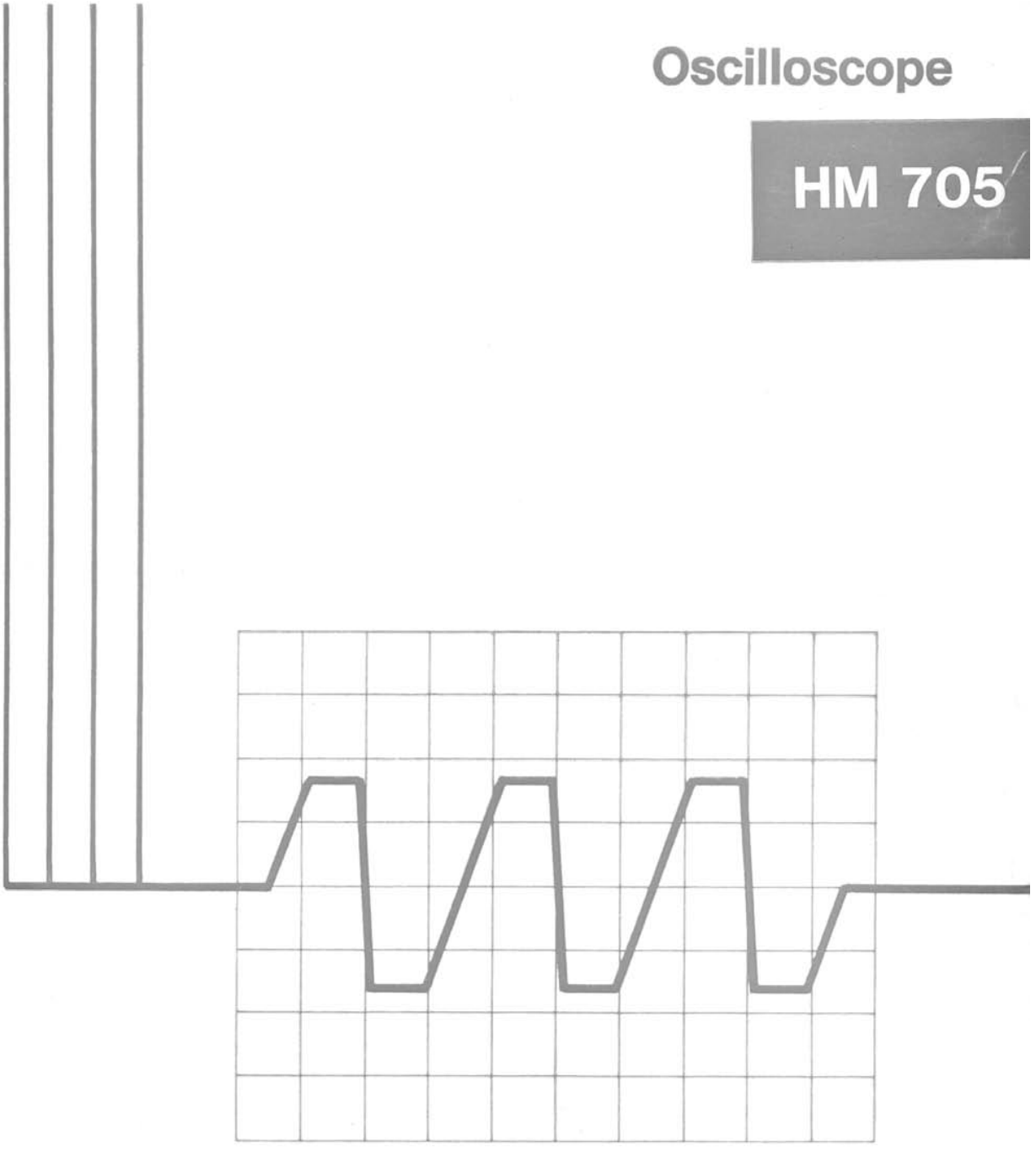
MANUAL

Oscilloscope

HM 705



HAMEG MESSTECHNIK

HAMEG

OSZILLOSKOP HM 705

Technische Daten

Betriebsarten
Kanal I, Kanal II, Kanal I und II.
Kanalumschaltung: altern. und chop.
(Chopperfrequenz ca. 1 MHz).
Addition Kanal I + II,
Differenz mit invertiertem Kanal I.
XY-Betrieb, Empfindl.-Verhältnis 1:1.

Vertikal-Verstärker (Y)
Frequenzbereich beider Kanäle:
0-70 MHz (-3dB), 0-90 MHz (-6dB).
Anstiegszeit: ca. 5 ns.
Überschwingen: maximal 1%.
Ablenkkoeffizienten: 12 calibr. Stellungen
von 5 mV/cm bis 20 V/cm (1-2-5 Teilung),
mit Feinregler bis unter **2 mV/cm**.
Genauigkeit der calibr. Stellungen: ±3%.
Eingangsimpedanz: 1 MΩ II 25 pF.
Eingangskopplung: DC-AC-GD.
Eingangsspann.: max. 500 V (DC + Sp. AC).
Y-Überbereichsanzeige mit 2 LED.
Verzögerungsleitung: ca. 95 ns.

Zeitbasis
Zeitkoeffizienten: 23 calibr. Stellungen
von 50 ns/cm bis 1 s/cm (1-2-5 Teilung),
mit Feinregler 2,5:1 bis mindestens 2,5 s/cm,
bei Dehnung x10 bis **5 ns/cm**.
Genauigkeit der calibr. Stellungen: ±3%.
Variable Holdoff-Zeit: mind. 10:1.
Ausgang für Kippspannung: ca. 5 V.
Triggerung autom. od. m. einstellb. Niveau
von KI, KII, I/II, Netz od. ext.; pos. od. neg.
Triggerkopplung: AC, DC, HF- u. NF-Filter.
Triggerempfindlichkeit: <5 mm, ext. 1 V,
im Frequenzbereich 0 bis mindest. 70 MHz.
Einzelablenkung m. Reset-Taste u. Ready-LED.
Triggereinsatz-Anzeige mit LED.
Ablenkverzögerung: 7 Stellungen
von 100 ns bis 1 s mit Feinregler 10:1.
(Verzögerungszeit mit Zeitbasis meßbar.)
Funktionsarten: normal, suchen, verzögert.
Funktionsart-Anzeige mit LED.
2. Triggerung "After Delay"
mit einstellbaren Niveau; positiv od. negativ;
int. od. ext.; abschaltbar auf "Free Run".

Horizontal-Verstärker (X)
Frequenzbereich: 0 bis 4 MHz (-3dB).
Eingang über Kanal II.
Übrige Werte siehe Vertikal-Verstärker.
Phasendifferenz X-Y: <3° unterh. 100 kHz.

Verschiedenes
Strahlröhre: D14-654 (GH oder GM),
Rechteckform, mit Innenraster.
Gesamtbeschleunigungsspannung: 14 kV.
Strahldrehung: von außen einstellbar.
Eingebauter Rechteckgenerator: ca. 1 kHz
für Tastteiler-Abgleich: 0,2 V ±1%.
Eingang für Z-Modulation (pos. TTL-Pegel).
Rasterbeleuchtungsschalter: dreistufig.
Elektron. Stabilisierung inkl. Hochspannung.
Netzanschluß für 110, 125, 220, 240 V~,
zuläss. Netzspann.-Schwankung: ±10%.
Netzfrequenzbereich: 50 bis 60 Hz.
Netz-Funktionsanzeige mit LED.
Leistungsaufnahme: ca. 43 Watt.
Gewicht: ca. 8,5 kg.
Gehäuse: **B** 212, **H** 237, **T** 380 mm
mit Griff und Aufstellbügel.

Änderungen vorbehalten.

- **Bandbreite 0-70 MHz**
- **Empfindlichkeit 2 mV/cm**
- **Bildschirm 8x10 cm**
- **Verzögerbare Zeitbasis**

Das Universal-Oszilloskop **HM 705** mit seiner praxisnahen **Vielzahl von Betriebsarten und Triggermöglichkeiten** genügt selbst hohen Laboransprüchen. Die maximale Y-Empfindlichkeit von **2 mV/cm bei voller Bandbreite** zeugt von der hohen Leistungsfähigkeit der beiden Meßverstärker. Die Triggerung arbeitet auch bei komplexen Signalen bis über **100 MHz**. Ebenso können zwei **asynchrone Signale** oder ein Signalgemisch mit asynchronem Teil oder **aperiodische Vorgänge** getriggert werden. Auch Einzelablenkung ist möglich. Der Zeitbereich von **5 ns/cm** (inkl. **10fach Dehnung**) bis 2,5 s/cm erlaubt eine hohe Auflösung. Sie wird noch ergänzt durch die Möglichkeit der über **1000fachen Vergrößerung** kleinster Zeitabschnitte. Diverse Leuchtdioden unterstützen die Bedienung und erschweren Fehleinstellungen. Die neue **14 kV** Rechteck-Strahlröhre mit Innenraster schreibt **extrem helle und scharfe Schirmbilder**.
Diese Eigenschaften des HM 705 erlauben u. a. den Einsatz in der **Nachrichten- und Datentechnik**. Mit entsprechenden Wandlern ist auch die Aufzeichnung nichtelektrischer Größen möglich.

Lieferbares Zubehör
Tastteiler 1:1, 10:1, 100:1; Demodulatortaster, verschiedene Meßkabel, Lichtschutztubus, Tragetasche, Oszilloskop-Calibrator, 50Ω-BNC-Abschluß, Vierkanal-Umschalter, Komponenten-Tester.

Allgemeines

Im **HM705** sind viele technische Besonderheiten verwirklicht, die wegen ihres Aufwandes bei Geräten tieferer Preisklasse nicht realisierbar sind. Im Vordergrund steht dabei jedoch immer ein **günstiges Preis-Leistungsverhältnis**. Der Aufbau ist übersichtlich. Die verschiedenen Baugruppen sind auf insgesamt 10 Leiterplatten untergebracht. Durch gemischte Anwendung **monolithisch integrierter Schaltkreise** und diskreter Elemente und durch Selektion datenbestimmender Bauteile wird ein **hoher Qualitätsstandard** erreicht. Bedienungs- und Service-Hinweise sind ausführlich im beiliegenden Manual behandelt. Für die Aufzeichnung sehr langsam verlaufender Vorgänge ist der HM705 auch **mit Nachleuchtröhre** lieferbar.

Betriebsarten

Der HM705 ist für **1- oder 2-Kanalbetrieb verwendbar**. Die Aufzeichnung zweier in Zeit und Amplitude verschiedener Vorgänge kann nacheinander (alternate mode) oder durch vielfaches Umschalten der Kanäle innerhalb einer Ablenkperiode (chopped mode) erfolgen. Im alternierenden Betrieb ist es möglich, das interne **Triggersignal** den zwei **Kanälen wechselweise zu entnehmen**. Dann können beide Eingangssignale auch asynchron sein oder sich gegenseitig gleitend ändern. Bei gleichzeitiger Einschaltung beider Kanäle können zwei Signalspannungen addiert werden. In Verbindung mit invertiertem Kanal I ist auch die **Darstellung der Differenz** möglich. Alle angeführten Betriebsarten sind mit nur wenigen Tasten einzustellen. Bei externer Horizontal-Ablenkung (**XY-Betrieb**) wird das X-Signal über Kanal II zugeführt. Eingangsimpedanz und Ablenkkoeffizientbereiche sind dann in beiden Richtungen gleich.

Vertikalablenkung

Der HM705 hat **diodengeschützte FET-Eingänge** in beiden Vorverstärkern. Diese werden über einen elektronischen Umschalter einzeln, wechselweise oder zusammen an den Y-Endverstärker geschaltet. Der Umschalter arbeitet mit **bistabil gesteuerten Diodengattern**. Als Steuersignal wird für altern. Betrieb der Helltastimpuls des Ablenkgenerators und bei Chopperbetrieb ein **1MHz**-Signal benutzt. Dabei auftretende Schaltimpulse werden ausgetastet. Zwischen den Diodengattern und dem Y-Endverstärker liegt eine **symmetrische Verzögerungsleitung**, welche das Y-Signal etwa um die dreifache Ansprechzeit der Zeitbasis verzögert. Zur einwandfreien Triggerung höherer Frequenzen sind die Bandbreiten der Vorverstärker relativ groß. Die **Bandbreite** des gesamten Y-Verstärkers wird im wesentlichen **von der Y-Endstufe bestimmt**. Die angegebenen Werte beziehen sich auf -3dB (70% von 60mm).

Überschreibungen des Schirmrasters in Y-Richtung werden durch **2 Leuchtdioden** angezeigt. Gegenüber dem herkömmlichen ''Beam Finder'' ist sofort erkennbar, in welcher Richtung der Strahl den Schirm verlassen hat. Diese Einrichtung registriert auch **Überschreibungen durch Nadelimpulse** (Spikes) von mehr als 100ns Dauer. Besonders bei niedrigen Wiederholungsfrequenzen dürfte dies von großem Vorteil sein. Bei totaler Übersteuerung des Bildschirms leuchten beide Lampen auf.

Zeitablenkung

Durch Verwendung schneller monolithisch integrierter Bausteine können Signale **ab 5mm Bildhöhe** bis mind. **70MHz mit Automatischer Spitzenwert- oder mit Normal-Triggerung** dargestellt werden. In Stellung ''HF'' des Triggerfilters liegt die obere Grenze sogar **bei 120MHz**. Kernstück der Triggeraufbereitung ist ein **Spannungskomparator** mit extrem kurzer Anstiegszeit und TTL-Ausgang. Ankopplung und Entnahme der Triggerung sind in vielen Varianten möglich, so daß auch die Darstellung sehr komplizierter Vorgänge relativ problemlos ist. Mit Hilfe der 10:1 **variablen ''Hold-off''-Zeit** können aperiodische Signale, wie z. B. digitale ''Worte'', getriggert werden. Einmalige Ereignisse, wie z. B. Einschaltvorgänge, sind im **''Single''**-Betrieb darstellbar.
Die Zeitbasis verfügt über **23 Ablenkbereiche**, die jeweils noch **x10** gedehnt werden können. Größere Dehnungen bzw. Ausschnitt-Vergrößerungen sind mit der **verzögerbaren Zeitablenkung** möglich. Begrenzt durch die kürzeste Ablenkzeit (5ns/cm) können z. B. bis zum Zeitkoeffizienten 5μs/cm Signalausschnitte zeitlich **1000-fach gedehnt** dargestellt und gemessen werden. In den darunter liegenden Bereichen sind noch größere Dehnungen möglich. Der Einsatzpunkt derselben ist vorwählbar oder läßt sich kontinuierlich über die Signalperiode verschieben. Besonders für die **Analyse von komplexen Signalarten** ist dies sehr vorteilhaft. Enthält ein Signalgemisch, wie z.B. das Farbfernsehsignal, asynchron verlaufende Signalanteile, können diese nur mit einer **2.Triggerung**, wie sie auch im HM705 vorhanden ist, ruhig stehend aufgezeichnet werden. Die Anpassung an den Triggerpegel erfolgt mit einem zweiten ''LEVEL''-Regler. Der getriggerte Zustand der Zeitbasis und die Delay-Betriebsarten werden mit **Leuchtdioden** angezeigt.

Sonstiges

Für die **Strahlmodulation mit TTL-Pegel** und zur Entnahme der Sägezahnspannung sind an der Rückseite zwei BNC-Buchsen angebracht. Ein **Calibrator** für die Kontrolle der Ablenkkoeffizienten und den Abgleich von Tastteilern ist ebenso eingebaut wie eine Einrichtung zur **Strahldrehung**.

HAMEG

Diesen kompensierten Tastteiler sollte man verwenden, wenn das Meßobjekt nur wenig belastet werden darf oder die Signalspannung größer als 100 Vss ist. Durch die Teilung wird die max. Empfindlichkeit des Oszilloskops um den Faktor 10 reduziert. Mit dem aufsteckbaren isolierten Federhaken kann der Teiler direkt in die Schaltung eingehängt werden. Für die Befestigung des Massekabels in Meßpunktnähe besitzt dieses eine Krokodilklemme.

Technische Daten:

Teilungsverhältnis 10 : 1 (x 10). Bandbreite 0-100 MHz. Anstiegszeit 3,5 ns. Max. Eingangsspannung 600 V (DC + Spitze AC). Eingangswiderstand 10 Megohm. Eingangskapazität 10,3 ... 13,6 pF innerhalb des Kompensationsbereichs (10 ... 60 pF). Kabellänge 1,5 m.

Mitgeliefertes Zubehör: Federhaken, Trimmerschlüssel.

Oszilloskop-Tastteiler 10 : 1 HZ 30

Das HZ 35 ist ein Meßkabel mit Tastkopf ohne Spannungsteilung. Es erlaubt die volle Ausnutzung der max. Empfindlichkeit des verwendeten Oszilloskops. Wegen der Belastung des Meßobjekts durch die Kabelkapazität ist es jedoch nur für relativ niederohmige Meßobjekte oder niederfrequente Meßspannungen geeignet. Am Massekabel des Tastkopfes ist ebenfalls eine Krokodilklemme angebracht.

Technische Daten:

Bandbreite 0-10 MHz. Maximale Eingangsspannung 600 V (DC + Spitze AC). Eingangswiderstand gleich Oszilloskop-Eingangswiderstand. Eingangskapazität 47 pF + Osz.-Eingangs-C. Kabellänge 1,5 m. Kopf-Massekabel mit Krokodilklemme.

Mitgeliefertes Zubehör: Federhaken, BNC-Adapter.

Meßkabel mit Tastkopf 1 : 1 HZ 35

Die Eigenschaften des umschaltbaren Tastteilers HZ 36 entsprechen beim Teilerverhältnis 10 : 1 dem Typ HZ 30. In Stellung 1 : 1 kann die max. Empfindlichkeit des Oszilloskops voll genutzt werden, wobei allerdings die Meßobjektbelastung durch die Kabelkapazität größer ist. In der Referenzstellung des Umschalters ist nur der Oszilloskopeingang, aber nicht das Signal kurzgeschlossen.

Technische Daten:

Bei Teilung 10 : 1 (x 10) siehe **HZ 30**. Bei Teilung 1 : 1 (x 1): Bandbreite 0-10 MHz. Maximale Eingangsspannung 600 V (DC + Spitze AC). Eingangswiderstand gleich Oszilloskop-Eingangswiderstand. Eingangskapazität 40 pF + Osz.-Eingangs-C. In Referenzstellung (Ausgang an Masse) ist der Eingangswiderstand 9 Megohm. Kabellänge 1,5 m.

Mitgeliefertes Zubehör: Federhaken, Trimmerschlüssel, BNC-Adapter, Isolierhülse für Tastkopfspitze, Isolierhülse für Messungen an IC's.

Osz.-Tastteiler 10:1/1:1 HZ 36

HAMEG

Für die Aufzeichnung von Signalen über 500V bis max. 1500V ist ein Tastteiler HZ37 erforderlich. Das Teilerverhältnis beträgt 100:1, wodurch die max. Empfindlichkeit des Oszilloskops um den Faktor 100 reduziert wird. Damit ist eine Messung von Hochspannungssignalen (z.B. Fernsehempfänger) kurvenformgetreu mit geringster Belastung möglich. Oberhalb 20kHz verringert sich die zulässige Eingangswechselspannung. Zum Schutz des Osz.-Kopplungskondensators muß die Osz.-Eingangskopplung auf ''DC'' geschaltet sein.

Technische Daten:
Teilungsverhältnis 100:1 (x100). Bandbreite DC-100MHz. Anstiegszeit 3,5ns. Max. Eingangsspannung 1500V (DC + Spitze AC). Oberhalb 20kHz: Spitze AC = $212:\sqrt{f}$ in Volt (f in MHz). Eingangswiderstand 100MΩ. Eingangskapazität 4pF im Kompensationsbereich 12-48pF. Kabellänge 1,5m.
Mitgeliefertes Zubehör: Federhaken, Trimmerschlüssel, BNC-Adapter, Isolierhülsen für Tastkopfspitze und IC-Messungen, Massekabel.

Oszilloskop-Tastteiler 100 : 1 HZ 37

Der Tastteiler HZ 38 eignet sich besonders für Signale, die höhere Frequenzspektren beinhalten. Da sich die Anstiegszeit des Tastteilers zu der des Oszilloskops geometrisch hinzuaddiert, sollte erstere möglichst nicht größer als 20% der Oszilloskop-Anstiegszeit sein. Für Oszilloskope mit mehr als 40 MHz Bandbreite empfiehlt sich die Verwendung des HZ 38, weil damit die nutzbare Bandbreite nicht wesentlich reduziert wird.

Technische Daten:
Teilerverhältnis 10 : 1 (x 10). Bandbreite 0 - 200 MHz. Anstiegszeit 1,7 ns. Max. Eingangsspannung 500 V (DC + Spitze AC). Eingangswiderstand 10 Megohm. Eingangskapazität ca. 13 pF im Kompensationsbereich 12 ... 48 pF. Kabellänge 1,5 m.
Mitgeliefertes Zubehör: Federhaken, BNC - Adapter, 2 Massekabel.

Oszilloskop-Tastteiler 10 : 1 HZ 38

Der Demodulatortaster HZ 39 eignet sich zur Aufzeichnung der Amplitudenmodulation von HF-Signalen und als Detektor von Wobbelspannungen. Die Schaltung beinhaltet im wesentlichen einen Spitze-Spitze-Gleichrichter mit Kondensatoreingang. Zur Unterdrückung der HF-Spannung wird das Ausgangssignal über einen Tiefpaß entnommen. Der Ausgang muß mit 1 Megohm abgeschlossen sein, was sich bei DC-Betrieb des Oszilloskops automatisch ergibt.

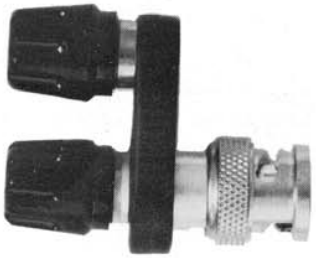
Technische Daten:
Bandbreite ca. 35 kHz bis 250 MHz. HF-Eingangsspannungsbereich 0,25 Veff. bis 40 Veff. Maximale Eingangsspannung 200 V (DC + Spitze AC). Ausgangspolarität: positiv. Kabellänge 1,5 m.
Mitgeliefertes Zubehör: Federhaken, BNC-Adapter.

Demodulatortaster HZ 39

HAMEG

Für den Übergang von Bananenstecker-Anschlußleitungen auf BNC-Buchse ist der HZ 20-Adapter zu empfehlen. Die beiden Schraubklemmbuchsen für die Bananenstecker sind über einen Bügel mit dem BNC-Stecker starr verbunden. Der Bügel ist über letzteren drehbar angeordnet, so daß er immer in der günstigsten Lage stehen kann. Besonders wo in Verbindung mit Oszilloskopen Kabel mit Bananensteckern verwendet werden, sollte der HZ 20 immer vorhanden sein.

Technische Daten:
Länge 42, Breite 35, Tiefe 18 mm. Buchsendurchmesser 4 mm mit Querloch 2 mm Ø. Buchsenabstand 19 mm. Genormter BNC-Stecker. Maximale Spannung 500 V (DC + Spitze AC).



Übergang Banane-BNC HZ 20

Der 50 Ohm-Durchgangsabschlußwiderstand ist auf der einen Seite mit einer BNC-Buchse, auf der anderen mit einem BNC-Stecker versehen. Der HZ 22 dient zum Abschließen von Koax-Kabeln mit 50 Ohm-Wellenwiderstand und Generatoren mit 50 Ohm-Ausgang. Er muß am Kabelende (z. B. am Oszilloskop-Eingang) angebracht werden, wenn das Signal von der reinen Sinusform abweicht (z. B. bei Rechteck- oder Nadelimpulsen), damit die Kurvenform unverfälscht erhalten bleibt. Er ist aber auch für genaue Spannungsmessungen von Sinus-Signalen im HF-Bereich notwendig (Stehwellen!). Tastteiler erfordern keinen Abschluß.

Technische Daten:
Maße: 14 x 20 x 62 mm. Max. Belastung 2 W. Max. Spannung 10 Veff.

50 Ohm-Durchgangsabschluß HZ 22

Für den Abgleich von Oszilloskop-Eingangsteilern mit 1 Megohm-Eingangswiderstand ist ein abgeschirmter 2 : 1-Vorteiler erforderlich. Der HZ 23 ist einerseits mit seinem BNC-Stecker direkt an den Vertikaleingang, andererseits mit der BNC-Buchse an das Kabel vom Rechteckgenerator anzuschließen. In Serie mit den Innenleitern von Stecker und Buchse liegt eine Parallelschaltung aus Widerstand und Keramiktrimmer. Letzterer ist auf die Eingangskapazität des Osz.-Vertikaleingangs abgleichbar. In diesem Fall sind Oszilloskop- und Vorteiler-Impedanz gleich.

Technische Daten:
Maße 62 x 21 x 15 mm. Festwiderstand 1 Megohm. Kompensationskapazität 12 ... 48 pF. Maximale Spannung 250 V (DC + Spitze AC).

Vorteiler 2 : 1 HZ 23

HAMEG

Gedacht ist das Meßkabel HZ 32 für die Verbindung zwischen Oszilloskopen und Geräten mit Bananensteckerbuchsen. Die Kombination BNC-Banane erlaubt jedoch noch viele andere Anwendungen. Besonders bei hochohmigen NF-Signalen reduziert der abgeschirmte 4 mm-Stecker mit herausgeführter Masseleitung die Gefahr von Brummeinstreuungen. Zur Vermeidung von frühzeitigen Kabelbrüchen sind beide Stecker mit Knickschutztüllen versehen. Aus dem gleichen Grunde ist das Massekabel mit Bananenstecker sehr feindrähtig ausgeführt.

Technische Daten:
Kabellänge 1,15 m. Kabelkapazität 120 pF. Wellenwiderstand 50 Ohm. Max. Spannung 500 V (DC + Spitze AC).

Meßkabel Banane-BNC HZ 32

Das abgeschirmte koaxiale Meßkabel HZ 34 besitzt an beiden Enden BNC-Normstecker. In der hier vorliegenden Ausführung ist es das in der kommerziellen Elektronik am häufigsten benutzte Verbindungskabel überhaupt. Zur Vermeidung frühzeitiger Kabelbrüche sind an den BNC-Steckern griffige Knickschutztüllen aus Kunststoff-Formteilen fest angebracht.

Technische Daten:
Kabellänge 1,2 m. Kabelkapazität 126 pF. Wellenwiderstand 50 Ohm. Maximale Spannung 500 V (DC + Spitze AC).

Meßkabel BNC-BNC HZ 34

HAMEG

Für den Transport von Oszilloskopen ist die Tragetasche besonders empfehlenswert. Zwischen Gerät und Taschenboden befindet sich eine dickere Zwischenplatte, die auch bei härterem Aufsetzen alle Stöße weich auffängt. An einer Seite befindet sich noch ein Fach für die Aufnahme von Werkzeug und Zubehör. Größe der Tasche etwa 260 x 210 x 460 mm. Größe des Faches für Werkzeug und Zubehör 260 x 210 x 50 mm. Zum Tragen wird der Griff des Gerätes benutzt, so daß die Tasche dabei keinerlei Beanspruchung ausgesetzt ist. Das Material derselben ist besonders strapazierfähig und entspricht allen Anforderungen für den Außendienst.

Verwendbar ist die Tasche für die Oszilloskope HM 312, HM 412 und HM 512. Sonderausführung für Oszilloskop HM 812 auf Anfrage.

Tragetasche HZ 43

Diese Tasche ist speziell für kleinere Geräte vorgesehen. Sie enthält ebenfalls ein Fach für Werkzeug und Zubehör. Außerdem sind an den Seitenflächen Tragriemen befestigt, so daß man die Tasche auch umhängen kann. Dies ist besonders vorteilhaft, wenn man gleichzeitig noch ein anderes Gerät tragen muß. An der Vorder- und Rückseite sind Belüftungslöcher angebracht. Daher können Geräte bis zu 30 Watt Leistungsaufnahme auch während des Betriebes in der Tasche bleiben. Gesamtgröße ca. 300 x 125 x 300 mm. Fach für Werkzeug und Zubehör etwa 120 x 40 x 280 mm.

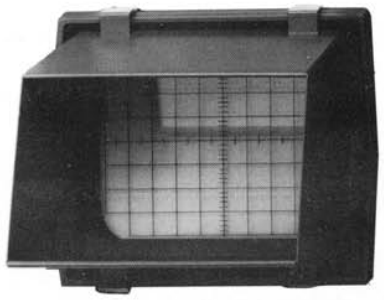
Verwendbar ist sie für die Geräte HM 307, HZ 62 und HZ 64 sowie für andere Geräte mit gleicher Gehäusegröße.

Tragetasche HZ 44

HAMEG

Wenn in sehr hellen Räumen der Kontrast des aufgezeichneten Bildes zu schwach ist, wird empfohlen, einen Lichtschutztubus zu verwenden. Der HZ 47 dunkelt in den meisten Fällen die Schirmfläche gegen alle Lichteinwirkungen genügend ab, wodurch der Kontrast erheblich gesteigert wird. Für die Befestigung befinden sich oben und unten vier leicht veränderbare Laschen. Diese lassen sich schnell an die Form der Schirmblende anpassen.

Verwendbar ist der Lichtschutztubus HZ 47 für die Oszilloskope HM 312, HM 412, HM 512 und HM 812.



Lichtschutztubus HZ 47

Allgemeine Hinweise

Der HM705 ist in seiner Bedienung ebenso problemlos wie sein Vorgänger HM512. Die Anordnung der Bedienungselemente ist so logisch, daß man bereits nach kurzer Zeit mit der Funktionsweise des Gerätes vertraut sein wird. Jedoch selbst im Umgang mit Oszilloskopen Erfahrene sollten die vorliegende Anleitung gründlich durchlesen, um vor allem beim späteren Gebrauch auch die Kriterien des Gerätes genau zu kennen.

Die Frontplatte ist, wie bei allen HAMEG-Oszilloskopen üblich, entsprechend den verschiedenen Funktionen in Felder aufgeteilt. Rechts oben, neben dem Bildschirm, befinden sich die Bedienungselemente für Inbetriebnahme, Strahlbeeinflussung, horizontale Position, Rasterbeleuchtung und Calibrator-Ausgang. Darunter liegt das umrahmte Bedienungsfeld der Ablenkverzögerung. Unterhalb der Bildröhre sind die Bedienungsfelder für die beiden Ablenkrichtungen angeordnet. Das linke Feld ist für die Wahl der Betriebsart des Meßverstärkers und die Anpassung an das Meßsignal vorgesehen. Im rechten Feld befinden sich die Einstellelemente für die Zeitbasis (Ablenkzeit und Triggerung).

Alle Details sind so ausgelegt, daß auch bei Fehlbedienung kein größerer Schaden entstehen kann. Die Drucktasten besitzen im wesentlichen nur Nebenfunktionen. Man sollte daher bei Beginn der Arbeiten darauf achten, daß keine der Tasten eingedrückt ist. Die Anwendung richtet sich nach dem jeweiligen Bedarfsfall. Zur besseren Verfolgung der Bedienungshinweise ist das am Ende der Anleitung befindliche Frontbild herausklappbar, so daß es immer neben dem Anleitungstext liegen kann.

Der HM705 erfaßt alle Signale von Gleichspannung bis zu einer Frequenz von mindestens 70MHz (-3dB). Bei sinusförmigen Vorgängen liegt die obere Grenze sogar bei 100-120MHz. Allerdings ist in diesem Frequenzbereich die vertikale Aussteuerung des Bildschirmes auf ca. 4-5cm begrenzt. Die zeitliche Auflösung ist unproblematisch. Beispielsweise wird bei ca. 100MHz und der kürzesten einstellbaren Ablenkzeit (5ns/cm) alle 2cm ein Kurvenzug geschrieben. Die Toleranz der angezeigten Werte beträgt in beiden Ablenkrichtungen nur ±3%. Alle zu messenden Größen sind daher relativ genau zu bestimmen. Jedoch ist zu berücksichtigen, daß sich in vertikaler Richtung ab ca. 30MHz der Meßfehler mit steigender Frequenz ständig vergrößert. Dies ist durch den Verstärkungsabfall des Meßverstärkers bedingt. Bei 50MHz beträgt der Abfall etwa 10%. Man muß daher bei dieser Frequenz zum gemessenen Spannungswert ca. 11% addieren. Da jedoch die Bandbreiten der Meßverstärker differieren (normalerweise zwischen 75 und 80MHz), sind die Meßwerte in den oberen Grenzbereichen nicht so exakt definierbar. Hinzu kommt, daß — wie bereits erwähnt — oberhalb 70MHz mit steigender Frequenz auch die Aussteuerbarkeit des Bildschirmes stetig abnimmt. Der Meßverstärker ist so ausgelegt, daß die Übertragungsgüte nicht durch eigenes Überschwingen beeinflußt wird.

Garantie

Jedes Gerät durchläuft vor dem Verlassen der Produktion einen etwa 10stündigen Test. Im intermittierenden Betrieb wird dabei fast jeder Frühausfall erkannt. Dennoch ist es möglich, daß ein Bauteil erst nach längerer Betriebsdauer ausfällt. Daher wird auf alle HAMEG-Geräte eine ***Funktionsgarantie von 12 Monaten*** gewährt. Voraussetzung ist, daß im Gerät keine Veränderungen vorgenommen wurden. Für Versendungen per Post, Bahn oder Spedition wird empfohlen, die Originalverpackung sorgfältig aufzubewahren. Transportschäden werden bei unzureichender Verpackung von der Garantie nicht erfaßt.

Bei einer Beanstandung empfehlen wir, am Gehäuse des Gerätes einen Zettel zu befestigen, der stichwortartig den beobachteten Fehler beschreibt. Wenn dabei gleich der Name und die Telefon-Nr. (Vorwahl und Ruf- bzw. Durchwahl-Nr. oder Abteilungsbezeichnung) für evtl. Rückfragen angegeben wird, dient dies einer beschleunigten Abwicklung. Wir weisen darauf hin, daß wir im Garantiefall auch unfrei abgeschickte Sendungen entgegennehmen.

Sicherheit

Dieses Gerät ist gemäß ***VDE 0411 Teil 1 und 1a, Schutzmaßnahmen für elektronische Meßgeräte,***

gebaut und geprüft und hat das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen. Um diesen Zustand zu erhalten und einen gefahrlosen Betrieb sicherzustellen, muß der Anwender die Hinweise und Warnvermerke beachten, die in dieser Bedienungsanleitung, im Testplan und in der Service-Anleitung enthalten sind. ***Gehäuse, Chassis und alle Meßanschlüsse sind mit dem Netzschutzleiter verbunden***. Das Gerät entspricht den Bestimmungen der ***Schutzklasse I***. Die berührbaren Metallteile sind gegen die Netzpole mit 1500V 50Hz geprüft. Durch Verbindung mit anderen Netzanschlußgeräten können u. U. netzfrequente Brummspannungen im Meßkreis auftreten. Dies ist bei Benutzung eines Schutz-Trenntransformators der Schutzklasse II vor dem HM705 leicht zu vermeiden. Ohne Trenntrafo darf das Gerät aus Sicherheitsgründen nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen betrieben werden. Die Auftrennung der Schutzkontaktverbindung ist unzulässig.

Wie bei den meisten Elektronenröhren entstehen auch in der Bildröhre γ-Strahlen. Beim HM705 bleibt aber die ***Ionendosisleistung weit unter 36pA/kg.***

Falls für die Aufzeichnung von Signalen mit hochliegendem Nullpotential ein Schutz-Trenntrafo verwendet wird, ist zu beachten, daß diese Spannung dann auch am Gehäuse und anderen berührbaren Metallteilen des Oszilloskops liegt. Spannungen bis 42V sind ungefährlich. Höhere Spannungen können jedoch lebensgefährlich sein. Es sind dann unbedingt besondere Sicherheitsmaßnahmen erforderlich, die von kompetenten Fachleuten überwacht werden müssen.

Betriebsbedingungen

Zulässiger Umgebungstemperaturbereich während des Betriebs: +10 °C... +40 °C. Zulässiger Temperaturbereich während der Lagerung und des Transports: −40 °C... +70 °C. Bei einer Taupunkt-Unterschreitung (Bildung von Kondenswasser) muß die Akklimatisierungszeit vor dem Einschalten abgewartet werden. In extremen Fällen (Oszilloskop stark unterkühlt) ist bis zur Inbetriebnahme eine Wartezeit von etwa 2 Stunden erforderlich. Das Gerät ist zum Gebrauch in sauberen, trockenen Räumen bestimmt. Es darf also nicht bei besonders großem Staub- und Feuchtigkeitsgehalt der Luft, bei Explosionsgefahr sowie bei aggressiver chemischer Einwirkung betrieben werden. Die Betriebslage des Gerätes ist an sich beliebig; jedoch muß die Luftzirkulation (Konvektionskühlung) unbehindert bleiben. Deshalb sollte das Gerät im Dauerbetrieb vorzugsweise in horizontaler Lage oder mit Aufstellbügel schräg aufgestellt benutzt werden.

Wenn anzunehmen ist, daß ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, so ist das Gerät außer Betrieb zu setzen und gegen unabsichtlichen Betrieb zu sichern. Diese Annahme ist berechtigt,

- wenn das Gerät sichtbare Beschädigungen hat,
- wenn das Gerät lose Teile enthält,
- wenn das Gerät nicht mehr arbeitet,
- nach längerer Lagerung unter ungünstigen Verhältnissen (z. B. im Freien oder in feuchten Räumen),
- nach schweren Transportbeanspruchungen (z. B. mit einer Verpackung, die nicht den Mindestbedingungen von Post, Bahn oder Spedition entsprach).

Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Bei Lieferung ist das Gerät auf 220V Netzspannung eingestellt. Die Umschaltung auf eine andere Spannung erfolgt am Netzsicherungshalter (kombiniert mit 3pol. Kaltgerätestecker) an der Gehäuserückseite. Der Sicherungshalter mit seiner quadratischen Abdeckplatte kann mittels Werkzeug (z. B. kleiner Schraubenzieher) nach Entfernung der Netzschnurbuchse herausgezogen und nach Drehung um 90° für jede der 4 einstellbaren Netzspannungen wieder hineingesteckt werden. Dann muß das eingeprägte Dreieck unter dem Sicherungshalter auf die gewählte Netzspannung zeigen. Die Netzsicherung muß der geänderten Netzspannung entsprechen und, wenn erforderlich, ausgetauscht werden. Typ und Nennstrom der Sicherung sind auf der Gehäuserückseite und in der Service-Anleitung angegeben.

Es wird empfohlen, bei Beginn der Arbeiten keine der Tasten einzudrücken und alle Bedienungsknöpfe mit Pfeilen in ihre calibrierte Stellung zu bringen. Die Striche der grauen Knopfkappen sollen etwa senkrecht nach oben zeigen (Mitte des

Einstellbereiches). Besonders zu beachten ist, daß sich der* DELAY-MODE-*Schiebeschalter im Bedienungsfeld für die Ablenkverzögerung in Stellung* Norm. *und der daneben angebrachte zweite* LEVEL-*Regler in der Stellung* FR *befinden. Ferner sollten bei Einkanalbetrieb beide links vom* TIMEBASE-*Schalter angebrachten* Trigger-Selector-*Schiebeschalter in der obersten Stellung stehen.

Mit der rechts neben der Schirmblende befindlichen Netztaste **POWER** wird das Gerät in Betrieb gesetzt. Das aufleuchtende Lämpchen zeigt den Betriebszustand an. Wird nach 30 Sekunden Anheizzeit kein Strahl sichtbar, ist möglicherweise der **INTENS.**-Regler nicht genügend aufgedreht, oder der Kippgenerator wird nicht ausgelöst. Außerdem können auch die **POS.**-Regler verstellt sein. Es ist dann nochmals zu kontrollieren, ob entsprechend den Hinweisen alle Knöpfe und Schalter in den richtigen Positionen stehen. Dabei ist besonders auf die **Auto/Norm.**-Taste zu achten. Ohne angelegte Meßspannung wird die Zeitlinie nur dann sichtbar, wenn sich diese Taste ungedrückt in der **Auto**-Stellung (automatische Spitzenwert-Triggerung) befindet. Erscheint nur ein Punkt (Vorsicht, Einbrenngefahr!), ist wahrscheinlich die Taste **Hor. ext.** gedrückt. Sie ist dann auszulösen. Ist die Zeitlinie sichtbar, wird am **INTENS.**-Regler eine mittlere Helligkeit und am Knopf **FOCUS** die maximale Schärfe eingestellt. Dabei sollten die **DC-AC**-Schalter der Y-Eingänge in Massestellung **GD** stehen. Die Eingänge der Meßverstärker sind dann kurzgeschlossen. Damit ist sichergestellt, daß keine Störspannungen von außen die Fokussierung beeinflussen können. Eventuell an den Y-Eingängen anliegende Signalspannungen werden in Stellung **GD** nicht kurzgeschlossen.

Zur Schonung der Strahlröhre sollte immer nur mit jener Helligkeit gearbeitet werden, die Meßaufgabe und Umgebungsbeleuchtung gerade erfordern. ***Besondere Vorsicht ist bei stehendem punktförmigen Strahl geboten.*** Zu hell eingestellt, kann dieser die Leuchtschicht der Röhre beschädigen. Ferner schadet es der Kathode der Strahlröhre, wenn das Oszilloskop oft kurz hintereinander aus- und eingeschaltet wird.

Trotz Mumetall-Abschirmung der Bildröhre lassen sich erdmagnetische Einwirkungen auf die horizontale Strahllage nicht ganz vermeiden. Das ist abhängig von der Aufstellrichtung des Oszilloskops am Arbeitsplatz. Dann verläuft die horizontale Strahllinie in Schirmmitte nicht exakt parallel zu den Rasterlinien. Die Korrektur weniger Winkelgrade ist am Trimmer hinter der mit* TR *bezeichneten Öffnung möglich.

Korrektur der DC-Balance

Nach einer gewissen Benutzungszeit ist es möglich, daß sich die Eigenschaften der FET in den Eingängen der Meßverstärker etwas verändert haben. Oft verschiebt sich dabei auch die DC-Balance des Verstärkers. Dies erkennt man daran, daß sich ***beim Durchdrehen des Feinreglers am Eingangsteiler*** die Strahllage merklich ändert. Wenn das Gerät die normale Betriebstemperatur besitzt bzw. mind. 20 Minuten in Betrieb gewesen ist, sind Änderungen unter 1mm nicht korrekturbedürftig. Größere Abweichungen werden mit Hilfe eines kleinen Schraubenziehers, welchen man in die Öffnung **Bal.** oberhalb des **CH.I**-Schalters einführt, an dem etwa 30mm dahinterliegenden Balance-Trimmer korrigiert. Es handelt sich dabei um ein Wendelpotentiometer, so daß für die Korrektur u. U. eine größere Anzahl Umdrehungen notwendig ist. Während der Korrektur (Ablenkkoeffizient **5mV/cm**; Eingangskopplung-Schiebeschalter auf **GD**) wird der Feinregler ständig hin und her gedreht. Sobald sich dabei die Strahllage nicht mehr ändert, ist die DC-Balance richtig eingestellt. Für Kanal II ist die Taste **CH I/CH II** zu drücken.

Art der Signalspannung

Mit dem HM705 können praktisch alle sich periodisch wiederholende Signalarten oszilloskopiert werden, deren Frequenzspektrum unterhalb 70MHz liegt. Die Darstellung einfacher elektrischer Vorgänge, wie sinusförmige HF- und NF-Signale oder netzfrequente Brummspannungen, ist in jeder Hinsicht problemlos. Bei der Aufzeichnung rechteck- oder impulsartiger Signalspannungen ist zu beachten, daß auch deren ***Oberwellenanteile*** übertragen werden müssen. Die Folgefrequenz des Signals muß deshalb wesentlich kleiner sein als die obere Grenzfrequenz

des Meßverstärkers. Eine genauere Auswertung solcher Signale mit dem HM705 ist deshalb nur bis ca. 7MHz Folgefrequenz möglich. Schwieriger ist das Oszilloskopieren von Signalgemischen, besonders dann, wenn darin keine mit der Folgefrequenz ständig wiederkehrende höheren Pegelwerte enthalten sind, auf die getriggert werden kann. Dies ist z. B. bei Burst-Signalen der Fall. Um auch dann ein gut getriggertes Bild zu erhalten, ist u. U. die Zuhilfenahme des Zeit-Feinreglers oder der Ablenkverzögerung erforderlich. ***Fernseh-Video-Signale*** sind relativ leicht triggerbar. Allerdings muß bei Aufzeichnungen mit Bildfrequenz der obere **Trigger-Selector**-Schalter in Stellung **LF** (Tiefpaß-Filter) stehen. Dann werden die schnelleren Zeilenimpulse so weit abgeschwächt, daß bei entsprechender Pegeleinstellung leicht auf die vordere oder hintere Flanke des Bildimpulses getriggert werden kann.

Für wahlweisen Betrieb als Gleich- oder Wechselspannungsverstärker hat jeder Kanaleingang einen **DC-AC**-Schalter. In Stellung **DC** sollte nur mit Tastteiler oder bei sehr niedrigen Frequenzen gearbeitet werden, oder wenn die Erfassung des Gleichspannungsanteils der Signalspannung unbedingt erforderlich ist.

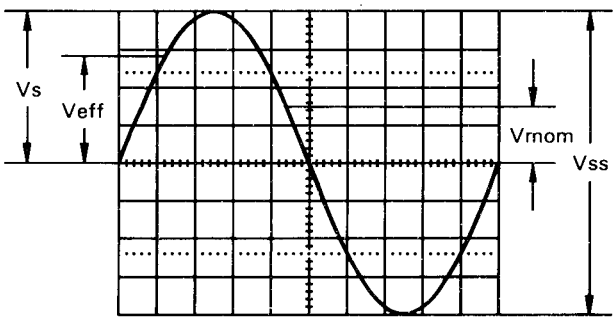
Bei der Aufzeichnung sehr niederfrequenter Impulse können bei **AC**-Betrieb des Meßverstärkers störende Dachschrägen auftreten. In diesem Fall ist, wenn die Signalspannung nicht mit einem hohen Gleichspannungspegel überlagert ist, der **DC**-Betrieb vorzuziehen. Andernfalls muß vor den Eingang des auf **DC**-Kopplung geschalteten Meßverstärkers ein entsprechend großer Kondensator geschaltet werden. Dieser muß, vor allem bei Messungen an Hochspannungen, eine genügend große Spannungsfestigkeit besitzen. **DC**-Betrieb ist auch für die Darstellung von Logik- und Impuls-Signalen zu empfehlen, besonders dann, wenn sich dabei das Tastverhältnis ständig ändert. Andernfalls wird sich das Bild bei jeder Änderung auf- und abwärts bewegen. Gleichspannungen sind ebenfalls in Stellung **DC** zu messen.

Die Auswertung einmaliger Vorgänge mit Einzelablenkung (**Single-Reset**-Betrieb) von weniger als 1 Sekunde Dauer ist nur fotografisch möglich. Dank des ungewöhnlich hellen und scharfen Strahls der Bildröhre können sogar extrem kurze einmalige Vorgänge noch fotografisch aufgezeichnet werden.

Größe der Signalspannung

In der allgemeinen Elektrotechnik bezieht man sich bei Wechselspannungsangaben in der Regel auf den Effektivwert. Für Signalgrößen und Spannungsbezeichnungen in der Oszilloskopie wird jedoch der Vss-Wert (Volt-Spitze-Spitze) verwendet. Letzterer entspricht den wirklichen Potentialverhältnissen zwischen dem positivsten und negativsten Punkt einer Spannung.

Will man eine auf dem Oszilloskopschirm aufgezeichnete sinusförmige Größe auf ihren Effektivwert umrechnen, muß der sich in Vss ergebende Wert durch $2x\sqrt{2} = 2{,}83$ dividiert werden. Umgekehrt ist zu beachten, daß in Veff angegebene sinusförmige Spannungen den 2,83fachen Potentialunterschied in Vss haben. Die Beziehungen der verschiedenen Spannungsgrößen untereinander sind aus der nachfolgenden Abbildung ersichtlich.



Spannungswerte an einer Sinuskurve
Veff = Effektivwert; Vs = einfacher Spitzenwert;
Vss = Spitze-Spitze-Wert; Vmom = Momentanwert

Die minimal erforderliche Signalspannung am Y-Eingang für ein 1cm hohes Bild beträgt ca. 2mVss, wenn der ***Feinregler*** am Eingangsteilerschalter bis zum Anschlag nach rechts gedreht ist. Es können jedoch auch noch kleinere Signale aufgezeichnet werden. Die Ablenkkoeffizienten an den Eingangsteilern, bezeichnet mit **CH.I** und **CH.II**, sind in mVss/cm oder Vss/cm angegeben. ***Die Größe der angelegten Spannung ermittelt man durch Multiplikation des eingestellten Ablenkkoeffizienten mit der abgelesenen vertikalen Bildhöhe in cm***. Wird mit Tastteiler 10:1 gearbeitet, ist nochmals mit 10 zu multiplizieren. ***Für Amplitudenmessungen muß der Feinregler am Eingangsteilerschalter in seiner calibrierten Stellung stehen*** (Pfeil waagerecht nach links zei-

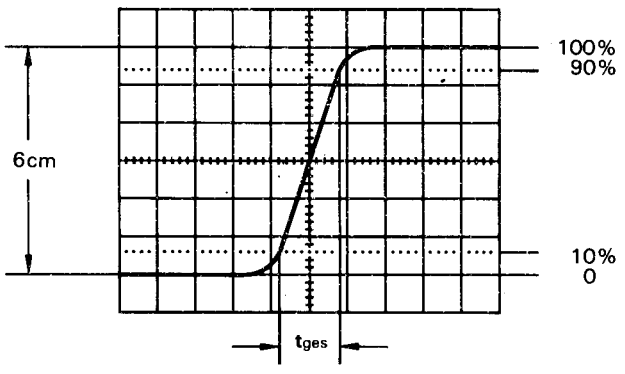
gend). Bei direktem Anschluß an den Y-Eingang kann man Signale bis 160Vss aufzeichnen. Ist das Meßsignal mit einer Gleichspannung überlagert, darf der Gesamtwert (Gleichspannung + einfacher Spitzenwert der Wechselspannung) des Signals am Y-Eingang ***±500V*** nicht überschreiten. Der gleiche Grenzwert gilt auch für normale Tastteiler 10:1, durch deren Teilung jedoch Signalspannungen bis ca. 1000Vss auswertbar sind. Mit Spezialtastteiler 100:1 (z. B. HZ37) können Spannungen bis ca. 3000Vss gemessen werden. Allerdings verringert sich dieser Wert bei höheren Frequenzen (siehe technische Daten HZ37). Mit einem normalen Tastteiler 10:1 riskiert man bei so hohen Spannungen, daß der den Teiler-Längswiderstand überbrückende C-Trimmer durchschlägt, wodurch der Y-Eingang des Oszilloskops beschädigt werden kann. Soll jedoch z. B. nur die Restwelligkeit einer Hochspannung oszilloskopiert werden, genügt auch der 10:1-Tastteiler. Diesem ist dann noch ein entsprechend hochspannungsfester Kondensator (etwa 22-68nF) vorzuschalten.
Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die Oszilloskop-Eingangskopplung unbedingt auf **DC** zu schalten ist, wenn Tastteiler an höhere Spannungen als 500V gelegt werden (siehe ''Anlegen der Signalspannung'', Seite M6).

Zeitwerte der Signalspannung

In der Regel sind alle aufzuzeichnenden Signale sich periodisch wiederholende Vorgänge, auch Perioden genannt. Die Zahl der Perioden pro Sekunde ist die Folgefrequenz. Abhängig von der Einstellung des **TIMEBASE**-Schalters können eine oder mehrere Signalperioden oder auch nur ein Teil einer Periode dargestellt werden. Die Zeitkoeffizienten sind am **TIMEBASE**-Schalter in **s/cm**, **ms/cm** und **µs/cm** angegeben. Die Skala ist dementsprechend in drei Felder aufgeteilt. ***Die Dauer einer Signalperiode bzw. eines Teils davon ermittelt man durch Multiplikation des betreffenden Zeitabschnitts (Horizontalabstand in cm) mit dem am* TIMEBASE-*Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten. Dabei muß der mit* VAR. *bezeichnete Zeit-Feinregler in seiner calibrierten Stellung stehen*** (Pfeil waagerecht nach rechts zeigend).

Ist der zu messende Zeitabschnitt im Verhältnis zur vollen Signalperiode relativ klein, sollte man mit gedehntem Zeitmaßstab (**X-MAGN. x10**) arbeiten. Die ermittelten Zeitwerte sind dann durch 10 zu dividieren. Sehr kleine Ausschnitte an beliebigen Stellen des Signals sind jedoch genauer mit Hilfe der Ablenkverzögerung meßbar. Mit dieser können – stark gedehnt – auch Zeiten von weniger als 1% der vollen Periodendauer dargestellt werden. Der kleinste noch meßbare Zeitabschnitt ist im wesentlichen von der verfügbaren Helligkeit der Bildröhre abhängig. Die Grenze liegt etwa bei einer 500-1000fachen Dehnung. Mit aufgesetztem Lichtschutztubus ist unter Umständen auch noch 2000fach möglich. Dies setzt jedoch voraus, daß der am **TIMEBASE**-Schalter eingestellte Zeitkoeffizient für die Grundperiode unter 10µs/cm (einschließlich Dehnung x10) liegt, da andernfalls die kürzeste einstellbare Ablenkzeit die größtmögliche Dehnung bestimmt.

Bestimmend für das Impulsverhalten einer Signalspannung sind die Anstiegszeiten der in ihr enthaltenen Spannungssprünge. Damit Einschwingvorgänge, eventuelle Dachschrägen und Bandbreitegrenzen die Meßgenauigkeit weniger beeinflussen, mißt man Anstiegszeiten generell zwischen ***10%*** und ***90%*** der vertikalen Impulshöhe. Für ***6cm*** hohe und symmetrisch zur Mittellinie eingestellte Signalamplituden hat das Bildschirm-Innenraster zwei punktierte horizontale Hilfslinien in ***± 2,4cm*** Mittenabstand. ***Der horizontale Zeitabstand in cm zwischen den beiden Punkten, an denen die Strahllinie oben und unten die horizontalen Hilfslinien mit 2mm-Unterteilung kreuzt, ist dann die zu ermittelnde Anstiegszeit.*** Abfallzeiten werden sinngemäß genauso gemessen. Die optimale vertikale Bildlage und der Meßbereich für die Anstiegszeit sind in der folgenden Abbildung dargestellt.



Bei sehr kurzen Zeiten ist die Anstiegszeit des Oszilloskop-Meßverstärkers geometrisch vom gemessenen Zeitwert abzuziehen. Die Anstiegszeit des Signals ist dann

$$t_a = \sqrt{t_{ges}^2 - t_{osz}^2}$$

Dabei ist t_{ges} die gemessene Gesamtanstiegszeit und t_{osz} die vom Oszilloskop (bei HM705 ca. 5ns). Ist t_{ges} größer als 35ns, dann kann die Anstiegszeit des Meßverstärkers vernachlässigt werden.

Anlegen der Signalspannung

Die Zuführung des aufzuzeichnenden Signals an den Y-Eingang des Oszilloskops ist mit einem abgeschirmten Meßkabel wie z. B. HZ32 und HZ34 direkt oder über einen Tastteiler 10:1 geteilt möglich. Die Verwendung der Meßkabel an hochohmigen Meßobjekten ist jedoch nur dann empfehlenswert, wenn mit relativ niederen Frequenzen (bis etwa 50kHz) gearbeitet wird. Für höhere Frequenzen muß die Meßspannungsquelle niederohmig, d. h. an den Kabel-Wellenwiderstand (in der Regel 50Ω) angepaßt sein. Besonders bei der Übertragung von Rechteck- und Impulssignalen ist das Kabel unmittelbar am Y-Eingang des Oszilloskops mit einem Widerstand gleich dem Kabel-Wellenwiderstand abzuschließen. Bei Benutzung eines 50Ω-Kabels wie z. B. HZ34 ist hierfür von HAMEG der 50Ω-Durchgangsabschluß HZ22 erhältlich. Vor allem bei der Übertragung von Rechtecksignalen mit kurzer Anstiegszeit können ohne Abschluß an den Flanken und Dächern störende Einschwingverzerrungen sichtbar werden. Dabei ist zu beachten, daß man diesen Abschlußwiderstand nur mit max. 2 Watt belasten darf. Diese Leistung wird mit 10Veff. oder — bei Sinussignal — mit 28,3Vss erreicht. Wird ein Tastteiler 10:1 (z. B. HZ30) verwendet, ist kein Abschluß erforderlich. In diesem Fall ist das Anschlußkabel direkt an den hochohmigen Eingang des Oszilloskops angepaßt. Mit Tastteiler werden auch hochohmige Spannungsquellen nur geringfügig belastet (ca. 10MΩ II 11pF). Deshalb sollte, wenn der durch den Tastteiler auftretende Spannungsverlust durch eine höhere Empfindlichkeitseinstellung wieder ausgeglichen werden kann, nie ohne diesen gearbeitet werden. Außerdem stellt die Längsimpedanz des Teilers auch einen gewissen Schutz für den Eingang des Meßverstärkers dar. Infolge der getrennten Fertigung sind alle Tastteiler nur vorabgeglichen; daher muß ein genauer Abgleich am Oszilloskop vorgenommen werden (siehe "Abgleich des Tastteilers", Seite M7).

Wenn ein Tastteiler 10:1 oder 100:1 verwendet wird, muß bei Spannunngen über 500V immer* DC-*Eingangskopplung benutzt werden. Bei **AC**-Kopplung tieffrequenter Signale ist die Teilung nicht mehr frequenzunabhängig, Impulse können Dachschräge zeigen, Gleichspannungen werden unterdrückt — belasten aber den betreffenden Oszilloskop-Eingangskopplungskondensator. Dessen Spannungsfestigkeit ist max. 500V (DC + Spitze AC). Ganz besonders wichtig ist deshalb die **DC**-Eingangskopplung bei einem Tastteiler 100:1, der meist eine zulässige Spannungsfestigkeit von max. 1500V (DC + Spitze AC) hat. Zur Unterdrückung störender Gleichspannung darf aber ein ***Kondensator*** entsprechender Kapazität und Spannungsfestigkeit ***vor den Tastteilereingang*** geschaltet werden (z. B. zur Brummspannungsmessung).

Beim 100:1 Tastteiler HZ37 ist die zulässige Eingangswechselspannung frequenzabhängig begrenzt:

unterhalb 20kHz (TV-Zeilenfrequenz!) auf

max. 1500Vs ≙ 3000Vss ≙ 1061Veff;

oberhalb 20kHz (mit f in MHz) auf

$$\frac{212}{\sqrt{f}}\,Vs \;\triangleq\; \frac{424}{\sqrt{f}}\,Vss \;\triangleq\; \frac{150}{\sqrt{f}}\,Veff.$$

Wichtig für die Aufzeichnung kleiner Signalspannungen ist die Wahl des Massepunktes am Prüfobjekt. Er soll möglichst immer nahe dem Meßpunkt liegen. Andernfalls können evtl. vorhandene Ströme durch Masseleitungen oder Chassisteile das Meßergebnis stark verfälschen. Besonders kritisch sind auch die Massekabel von Tastteilern. Sie sollen so kurz und dick wie möglich sein.

Signalspannungen zwischen zwei hochliegenden Schaltungspunkten werden oft im Differenzbetrieb beider Kanäle gemessen. Als Spannungsabfall an einem bekannten Widerstand lassen sich so auch Ströme zwischen zwei hochliegenden Schaltungsteilen bestimmen. Allgemein gilt, daß bei der Darstellung von Differenzsignalen die Entnahme der beiden Signalspannungen nur mit Tastteilern absolut gleicher Impedanz und Teilung erfolgen darf. Für manche Differenzmessungen ist es vorteilhaft, die Masse-

kabel beider Tastteiler ***nicht*** mit dem Meßobjekt zu verbinden. Hierdurch können eventuelle Brumm- oder Gleichtaktstörungen vermieden werden.

Das Auftreten merklicher Brumm- oder Störspannungen im Meßkreis (speziell bei einem kleinen Ablenkkoeffizienten) wird möglicherweise durch Mehrfach-Erdung verursacht, weil dadurch Ausgleichströme in den Abschirmungen der Meßkabel fließen können (Spannungsabfall zwischen den Schutzleiterverbindungen, verursacht von angeschlossenen fremden Netzgeräten, z. B. Signalgeneratoren).

Vorsicht beim Anlegen unbekannter Signale an den Meßeingang! Ohne vorgeschalteten Tastteiler sollten die Schalter für die Signalankopplung zunächst immer auf **AC** und die Eingangsteilerschalter auf **20V/cm** stehen. Ist die Strahllinie nach dem Anlegen der Signalspannung plötzlich nicht mehr sichtbar, kann es sein, daß die Signalamplitude viel zu groß ist und den Meßverstärker total übersteuert (siehe unten: ''Y-Überbereichsanzeige''). Der Eingangsteilerschalter muß dann nach links zurückgedreht werden, bis die vertikale Auslenkung nur noch 3-6cm hoch ist. Bei mehr als 160Vss großer Signalamplitude ist unbedingt ein Tastteiler vorzuschalten. Verdunkelt sich die Strahllinie beim Anlegen des Signals sehr stark, ist wahrscheinlich die Periodendauer des Meßsignals wesentlich länger als der eingestellte Wert am **TIMEBASE**-Schalter. Er ist dann auf einen entsprechend größeren Zeitkoeffizienten nach links zu drehen.

Y-Überbereichsanzeige

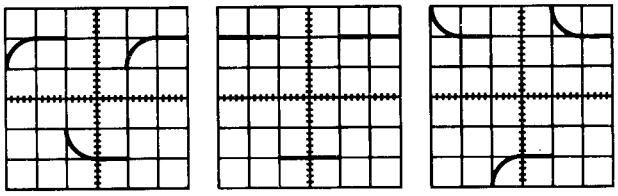
Diese zeigt an, wenn sich in vertikaler Richtung die Strahllinie oder Signalanteile von mehr als 150ns Dauer (Nadelimpulse) außerhalb der Rasterfläche befinden. Die Anzeige erfolgt mit 2 Leuchtdioden, bezeichnet mit **Overscan**, welche zwischen den Eingangsteilern für die Y-Eingänge angeordnet sind. Leuchtet eine der Lampen ohne angelegtes Meßsignal, deutet dies auf einen verstellten **Y-POS.**-Regler hin. An der Zuordnung der Lampen erkennt man, in welcher Richtung der Strahl den Bildschirm verlassen hat. Bei Zweikanal-Betrieb können auch beide **Y-POS.**-Regler verstellt sein. Liegen beide Strahllinien in einer Richtung, leuchtet ebenfalls nur eine Lampe. Befindet sich jedoch ein Strahl oberhalb und der andere unterhalb des Schirmes, leuchten beide. Die Anzeige der Y-Position bei Rasterüberschreitung erfolgt ***in jeder Betriebsart***, also auch dann, wenn wegen fehlender Zeitablenkung keine Zeitlinie geschrieben wird oder das Oszilloskop im XY-Betrieb arbeitet. Wie schon im Absatz ''Voreinstellungen'' bemerkt, sollte die **Auto/Norm.**-Taste möglichst immer ungedrückt in der **Auto**-Stellung belassen werden. Dann ist auch ohne Meßsignal ständig eine Zeitlinie vorhanden. Nicht selten verschwindet die Strahllinie nach dem Anlegen eines Meßsignals. An der Anzeige erkennt man dann, wo sie sich befindet. Leuchten beim Anlegen der Signalspannung beide Lampen gleichzeitig, wird der Schirm in beiden Richtungen überschrieben. Ist das Signal mit einer relativ hohen Gleichspannung überlagert, kann bei **DC**-Kopplung des Meßverstärkers der Rasterrand überschrieben werden, weil die Gleichspannung eine vertikale Positionsverschiebung der scheinbar richtig eingestellten Bildhöhe bewirkt. In diesem Fall muß man sich mit einer kleineren Bildhöhe begnügen oder **AC**-Eingangskopplung wählen.

Das Aufleuchten der **Overscan**-Anzeige besagt nicht, daß das Signalbild in der gerade gewählten Einstellung immer verzerrt ist. Der Meßverstärker hat eine gewisse Übersteuerungsreserve. Es ist aber zu prüfen, ob die Aussteuerungsgrenze nicht überschritten wird. Dies geschieht einfach dadurch, daß der betreffende Eingangsteilerschalter um eine Stellung weiter nach links gedreht wird. Erlischt dann die **Overscan**-Anzeige, so ist die vorherige Einstellung noch brauchbar, um z. B. die Dächer von Rechteckimpulsen vertikal vergrößert zu untersuchen. Allerdings gilt das nicht mehr für Frequenzanteile des Signals oberhalb 35MHz, weil dort naturgemäß die Reserve immer kleiner wird.

Abgleich des Tastteilers

Für die naturgetreue Aufzeichnung der Signale muß der verwendete Tastteiler 10:1 genau auf die Eingangsimpedanz des Meßverstärkers abgestimmt werden. Der HM705 besitzt hierfür einen eingebauten Rechteckgenerator mit einer Folgefrequenz von etwa 1kHz und einer Ausgangsspannung von 0,2Vss ±1%. Zum Abgleich wird der Teilerkopf mit aufgestecktem Federhaken einfach an die mit einem

Rechtecksignal bezeichnete Ausgang-Öse gelegt und sein Kompensationstrimmer entsprechend dem mittleren Bild abgeglichen.



falsch richtig falsch

Der **TIMEBASE**-Schalter soll sich dabei in Stellung **0,2ms/cm** befinden, und die Y-Eingangskopplung muß auf **DC** geschaltet sein. Steht der Eingangsteilerschalter in der **5mV/cm**-Stellung (Feinregler auf **C**), ist das aufgezeichnete Signal ***4cm*** hoch. Da ein Tastteiler ständig mechanisch und elektrisch stark beansprucht wird, sollte man den Abgleich öfters kontrollieren.

Es wird darauf hingewiesen, daß die Frequenz des eingebauten Rechteckgenerators nicht zur Zeit-Eichung verwendet werden kann. Ferner weicht das Tastverhältnis vom Wert 1:1 ab. Schließlich sei noch bemerkt, daß die Anstiegs- und Abfallzeiten des Rechtecksignals so kurz sind, daß die Rechteckflanken selbst bei maximaler Intensitätseinstellung kaum sichtbar sind. Dies ist kein Fehler, sondern ebenso Voraussetzung für einen einfachen und exakten Tastteilerabgleich (oder eine Ablenkkoeffizienten-Kontrolle) wie horizontale Impulsdächer, calibrierte Impulshöhe und Nullpotential am negativen Impulsdach.

Betriebsarten

Die gewünschte Betriebsart der Meßverstärker wird mit den 4 Tasten im Y-Feld gewählt. Bei **Mono**-Betrieb stehen alle heraus. Dann ist nur ***Kanal I*** betriebsbereit. Bei **Mono**-Betrieb mit ***Kanal II*** ist die Taste **CH I/CH II** zu drücken. Die Triggerung im TIMEBASE-Feld ist entsprechend umzuschalten. Wird die Taste **Mono/Dual** gedrückt, arbeiten beide Kanäle. Bei dieser Tastenstellung erfolgt die Aufzeichnung zweier Vorgänge nacheinander (alternate mode). Für das Oszilloskopieren sehr langsam verlaufender Vorgänge ist diese Betriebsart nicht geeignet. Das Schirmbild flimmert dann zu stark, oder es scheint zu springen. Drückt man noch die Taste **Alt/Chop**, werden beide Kanäle innerhalb einer Ablenkperiode mit einer hohen Frequenz ständig umgeschaltet (chop mode). Auch langsam verlaufende Vorgänge werden dann flimmerfrei aufgezeichnet. Für Oszillogramme mit höherer Folgefrequenz ist die Art der Kanalumschaltung weniger wichtig. Ist nur die Taste **Alt/Chop** gedrückt, werden die Signale beider Kanäle addiert (**I + II** = Summendarstellung). Wird dann noch Kanal I invertiert (Taste **Invert I** gedrückt), ist auch die Darstellung der Differenz möglich. Bei diesen beiden Betriebsarten ist die vertikale Position des Schirmbildes von den **Y-POS.**-Reglern beider Kanäle abhängig.

Für XY-Betrieb wird die Taste **Hor. ext.** im TIMEBASE-Feld betätigt. Das X-Signal wird über den Eingang von ***Kanal II*** zugeführt. ***Eingangsteiler und Feinregler von Kanal II werden bei XY-Betrieb für die Amplitudeneinstellung in X-Richtung benutzt***. Zur horizontalen Positionseinstellung ist aber der **X-POS.**-Regler zu benutzen. Der Positionsregler von Kanal II ist bei XY-Betrieb abgeschaltet. Max. Empfindlichkeit und Eingangsimpedanz sind nun in beiden Ablenkrichtungen gleich. Der mit dem **X-POS.**-Reglerknopf verbundene Zugschalter **X-MAGN. x10** für die Dehnung der Zeitlinie sollte dabei nicht herausgezogen sein. Die Grenzfrequenz in X-Richtung beträgt ca. 4MHz (-3dB). Jedoch ist zu beachten, daß schon ab 100kHz zwischen X und Y eine merkliche, nach höheren Frequenzen ständig zunehmende Phasendifferenz auftritt.

Triggerung und Zeitablenkung

Die Aufzeichnung eines Signals ist erst dann möglich, wenn die Zeitablenkung ausgelöst bzw. getriggert wird. Damit sich auch ein stehendes Bild ergibt, muß die Auslösung synchron mit dem Meßsignal erfolgen. Dies ist möglich durch das Meßsignal selbst oder eine extern zugeführte, aber ebenfalls synchrone Signalspannung. Steht die **Auto/Norm.**-Triggertaste ungedrückt in Stellung **Auto**, wird immer eine Zeitlinie geschrieben, auch ohne angelegte Meßspannung. In dieser Stellung können praktisch alle unkomplizierten, sich periodisch wiederholenden Signale über 30Hz Folgefrequenz stabil stehend auf-

gezeichnet werden. Die Bedienung der Zeitbasis beschränkt sich dann im wesentlichen auf die Zeiteinstellung. Der Triggerpunkt auf dem Signal kann mit dem **LEVEL**-Regler gewählt werden. Dessen Bereich stellt sich automatisch immer auf die Spitze-Spitze-Amplitude des gerade angelegten Signals ein. Vorteilhaft bei dieser Triggerart ist, daß die Triggerpunktverschiebung unabhängiger wird von der gerade eingestellten Bildhöhe und von der Signalform. Beispielsweise darf ohne Ausfall der Triggerung das Tastverhältnis einer Rechteckspannung von 1:1 auf 100:1 geändert werden. Es kann allerdings passieren, daß bei einer vorhergehenden Messung der **LEVEL**-Regler fast an den Anschlag gestellt wurde. Dann fällt u. U. bei der folgenden Messung wegen anderer Bildhöhe und/oder Signalform die Triggerung aus. Eine kleine Drehung am **LEVEL**-Regler zur Bereichsmitte hin ergibt aber wieder eine stabile Bilddarstellung. Diese ***automatische Spitzenwert-Triggerung*** gilt prinzipiell auch für externe Triggerung über die Buchse **EXT. TRIG.** Allerdings muß die dort anliegende (synchrone) Signalspannung etwa im Bereich 1Vss bis 10Vss liegen. Mit ***Normaltriggerung*** (gedrückte **Auto/Norm.**-Taste) und **LEVEL**-Einstellung kann die Auslösung bzw. Triggerung der Zeitablenkung an jeder Stelle einer Signalflanke erfolgen. Soll die Aufzeichnung eines Signals mit einer negativen Flanke beginnen, muß die mit +/— bezeichnete Taste gedrückt werden. Der mit dem **LEVEL**-Regler erfaßbare Triggerbereich ist stark abhängig von der Amplitude des dargestellten Signals. Ist sie kleiner als 1cm, erfordert die Einstellung wegen des kleinen Fangbereiches etwas Feingefühl.

Bei interner Triggerung und Einkanalbetrieb muß der untere Triggerwahlschalter links vom **TIMEBASE**-Knopf in Stellung **I** oder **II** stehen, je nach dem gewählten Vertikaleingang. Bei Zweikanalbetrieb ist die Zuführung des internen Triggersignals wahlweise von Kanal I oder II möglich. In der Stellung **I/II** kann bei alternierendem Betrieb auch ***von beiden Kanälen gleichzeitig intern*** mit ***Normaltriggerung*** gearbeitet werden. ***Die beiden Signalfrequenzen können dabei zueinander asynchron sein***. Die Darstellung nur eines Signals ist bei alternierendem Betrieb mit dieser Triggerart nicht möglich. In allen anderen Betriebsarten wird in Stellung **I/II** immer nur Kanal I durchgeschaltet.

Für externe Triggerung ist der untere Triggerwahlschalter auf **Ext.** umzuschalten und das Signal (1-10Vss) der Buchse **EXT. TRIG.** zuzuführen. Bei Einkanalbetrieb kann die ***externe Zuführung auch über den Eingang von Kanal II*** erfolgen (unterer Triggerwahlschalter dabei in Position **II**). Dies ist besonders dann empfehlenswert, wenn die Amplitude des Triggersignals nicht zwischen 1 und 10Vss liegt oder von unbekannter Größe ist. In diesem Fall kann sie mit dem **Y-AMPL.**-Schalter von Kanal II in einem Bereich von 5mV bis ca. 150Vss an den Triggereingang der Zeitbasis optimal angepaßt werden. Von Vorteil ist es, wenn man das externe Triggersignal selbst erst einmal aufzeichnet und auf eine Amplitude von 2-6cm einstellt. Hierfür ist die Taste **CH II** zu drücken. Danach wird auf **CH I** zurückgeschaltet, wobei aber der Triggerwahlschalter in Stellung **II** verbleibt.

Die Ankopplungsart und der Frequenzbereich des Triggersignals ist intern wie extern mit dem oberen Triggerwahlschalter umschaltbar. In den Stellungen **AC** oder **DC** werden kleine Signale (<2cm) nur bis etwa 20MHz getriggert. Für höhere Signalfrequenzen (20-120MHz) ist auf Stell. **HF** umzuschalten. Bei **AC** und **DC** werden Frequenzen oberhalb 20MHz stark unterdrückt. Dies hat den Vorteil, daß im unteren Frequenzbereich auch bei höchster Empfindlichkeit des Meßverstärkers durch Verstärkerrauschen entstehende Doppeltriggerung weitgehend vermieden wird. DC-Triggerung ist nur dann zu empfehlen, wenn bei ganz langsamen Vorgängen auf einen bestimmten Pegelwert des Meßsignals getriggert werden soll oder wenn impulsartige Signale mit sich während der Messung ständig ändernden Tastverhältnissen dargestellt werden müssen. Bei interner DC-Triggerung ist es empfehlenswert, immer mit **Norm.**-Einstellung zu arbeiten. In Stellung **Auto** besteht sonst die Möglichkeit, daß sich bei nicht exakt eingestellter ***DC-Balance*** der Triggereinsatzpunkt verändert oder daß bei Signalen ohne Nulldurchgang die Triggerung ganz aussetzt. Die Balance des betreffenden Vertikaleingangs muß dann korrigiert werden.

Wie bereits beschrieben, können einfache Signale in Stellung **Auto** automatisch getriggert werden. Die Folgefrequenz darf dabei auch schwankend sein. Wird jedoch das Tastverhältnis eines Rechtecksignals so stark verändert, daß sich der eine Teil der

Rechtecks zum Nadelimpuls verformt, kann die Umschaltung auf ***Normaltriggerung*** und die Bedienung des **LEVEL**-Reglers erforderlich werden. Bei Signalgemischen ist die Triggermöglichkeit abhängig von gewissen periodisch wiederkehrenden Pegelwerten. Die **LEVEL**-Einstellung auf diese Pegelwerte erfordert etwas Feingefühl.

Zur ***Netztriggerung*** in Stellung **Line** des oberen Triggerwahlschalters wird eine (geteilte) Sekundärwicklungsspannung des Netztransformators als netzfrequentes Triggersignal (50-60Hz) genutzt. Diese Triggerart ist unabhängig von Amplitude und Frequenz des Y-Signals und empfiehlt sich für alle Signale, die netzsynchron sind. Dies gilt ebenfalls — in gewissen Grenzen — für ganzzahlige Vielfache oder Teile der Netzfrequenz. Die Netztriggerung erlaubt eine Signaldarstellung auch unterhalb der Triggerschwelle. Sie ist deshalb u. a. besonders geeignet zur Messung kleiner Brummspannungen von Netzgleichrichtern oder netzfrequenter Einstreuungen in eine Schaltung.

Soll das ***Video-Signal eines Fernsehempfängers mit Bildfrequenz*** oszilloskopiert werden, muß man zur Abschwächung der Zeilenimpulse den oberen Triggerwahlschalter in Stellung **LF** (low frequency) bringen. Dies ist auch für die Triggerung anderer Signale unter 800Hz Folgefrequenz vorteilhaft, weil dann durch den eingeschalteten Tiefpaß hochfrequente Störungen und Rauschen in der Triggerspannungszuführung unterdrückt werden.

Wenn bei äußerst komplizierten Signalgemischen auch nach mehrmaligem gefühlvollen Durchdrehen des **LEVEL**-Reglers bei Normaltriggerung kein stabiler Triggerpunkt gefunden wird, kann in vielen Fällen der Bildstand durch Betätigung des **HOLD-OFF**-Reglers erreicht werden. Mit dieser Einrichtung kann die Sperrzeit der Triggerung zwischen zwei Zeitablenkperioden im Verhältnis 10:1 kontinuierlich vergrößert werden. Impulse oder andere Signalformen, die innerhalb dieser Sperrzeit auftreten, können nun die Triggerung nicht mehr beeinflussen. Besonders bei Burst-Signalen oder aperiodischen Impulsfolgen gleicher Amplitude kann der Beginn der Triggerphase dann auf den jeweils günstigsten oder erforderlichen Zeitpunkt eingestellt werden. Nach Beendigung dieser Arbeit sollte der **HOLD-OFF**-Regler unbedingt wieder auf Rechtsanschlag zurückgedreht werden, weil sonst u. U. die Bildhelligkeit drastisch reduziert ist.

Einmalige Vorgänge, z. B. einzelne Störimpulse oder das Bild der abklingenden Schwingung eines Resonanzkreises nach Stoßerregung, lassen sich mit einmaliger Zeitablenkung darstellen. Hierfür ist die Taste **Single** einzudrücken. Die links neben der **Reset**-Taste befindliche Leuchtdiode zeigt die Startbereitschaft der Zeitablenkung an. Leuchtet sie nicht, muß die **Reset**-Taste ebenfalls gedrückt werden. In manchen Fällen kann zwar bei der Aufzeichnung von Einzelbildern mit automatischer Spitzenwert-Triggerung gearbeitet werden. Der Strahlhinlauf beginnt dabei etwa in Höhe der Zeitlinie. Die Triggerung ist dann sehr empfindlich, aber schon sehr kleine, zufällig auftretende Störimpulse können die Ablenkung vorzeitig auslösen. Für die getriggerte Auslösung bei höheren oder tieferen Pegelwerten oder bei sehr tiefen Frequenzen ist ***Normaltriggerung*** und die manuelle Bedienung des **LEVEL**-Reglers viel vorteilhafter. Eventuell ist die entsprechende Einstellung vorher bei normaler Zeitablenkung mit einer ähnlichen Signalspannung zu ermitteln. Richtig eingestellt, löst dann der nächstfolgende Triggerimpuls die Zeitablenkung einmalig aus. Nach deren Ablauf erlischt die mit **Ready** bezeichnete Leuchtdiode. Für eine Wiederholung des Vorgangs ist die **Reset**-Taste erneut zu drücken. Visuell können bei einmaliger Darstellung nur relativ langsame Vorgänge beobachtet werden. In den meisten Fällen empfiehlt sich eine fotografische Registrierung.

Alle am **TIMEBASE**-Schalter einstellbaren Zeitkoeffizienten beziehen sich auf die rechte Anschlagstellung des mit **VAR.** bezeichneten Feinreglers und eine Länge der Zeitlinie von 10cm. Bei 10facher Dehnung der Zeitachse (Knopf **X-MAGN.** gezogen) ergibt sich dann in der **0.05µs/cm** Stellung des **TIMEBASE**-Schalters zusammen eine maximale Auflösung von ca. 5ns/cm. Die Wahl des günstigsten Zeitbereiches hängt von der Folgefrequenz der angelegten Meßspannung ab. Die Anzahl der dargestellten Kurvenbilder erhöht sich mit der Vergrößerung des Zeitkoeffizienten.

Trigger-Anzeige

Sowohl bei **Auto**- wie auch bei **Norm.**-Triggerung wird der getriggerte Zustand der Zeitablenkung durch

die links neben dem **LEVEL**-Regler angebrachte Leuchtdiode angezeigt. Das erleichtert eine feinfühlige **LEVEL**-Einstellung, besonders bei sehr niederfrequenten Signalen. Die die Triggeranzeige auslösenden Impulse werden nur etwa 100ms gespeichert. Bei Signalen mit extrem langsamer wiederholrate ist daher das Aufleuchten der Lampe mehr oder weniger impulsartig.

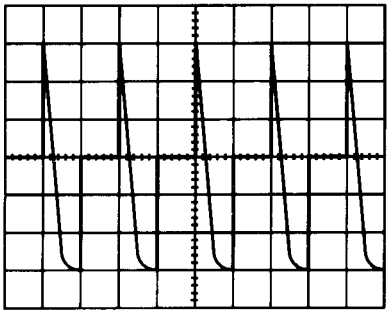
Ablenkverzögerung

Mit der Ablenkverzögerung kann die Auslösung der Zeitablenkung ab Triggerpunkt um eine vorwählbare Zeit (100ns bis max. 1s) verzögert werden. Damit besteht die Möglichkeit, praktisch an jeder Stelle einer Signalperiode mit der Zeitablenkung zu beginnen. Der dann dem Start der Zeitablenkung folgende Zeitabschnitt läßt sich durch Erhöhung der Ablenkgeschwindigkeit stark gedehnt darstellen. Vom **5μs/cm**-Bereich abwärts zu langsameren Ablenkgeschwindigkeiten hin ist mindestens ***100fache*** und einschließlich Dehnung **X-MAGN. x10** sogar ***1000fache Dehnung*** möglich. Bei Zeitkoeffizienten, die größer sind als 5μs/cm, erhöht sich die maximale Dehnung proportional. Jedoch verringert sich mit zunehmender Dehnung die Bildhelligkeit. Sie kann im Bedarfsfall erhöht werden (**INTENS.**-Regler weiter nach rechts drehen, **FOCUS**-Regler neu einstellen). In sehr hellen Räumen ist evtl. für die Betrachtung eines stark gedehnten Bildes ein Lichtschutztubus HZ47 erforderlich. Gewisse Schwierigkeiten ergeben sich, wenn das zu untersuchende Signal stark jittert. Dies erkennt man daran, daß — verursacht durch unregelmäßige Generator-Frequenzschwankungen — Doppelbilder mit verringerter Helligkeit und Schärfe entstehen. In diesem Fall ist die zweite Triggerung (***after delay***) zu verwenden, die weiter unten noch näher erläutert wird.

Die Handhabung der Ablenkverzögerung ist relativ einfach. Bei Beginn ist immer darauf zu achten, daß der **LEVEL**-Regler im DELAY-Feld zunächst in der Pos. **FR** steht (Pfeil nach links zeigend = ***after-delay-Triggerung*** abgeschaltet) und die Taste **Int./Ext.** nicht eingedrückt ist. Für einen sicheren Betrieb der Ablenkverzögerung ist zu empfehlen, die nachstehend an einem bebilderten Beispiel erklärte Reihenfolge zu übernehmen.

Ausgehend vom normalen Oszilloskop-Betrieb (**MODE**-Schalter auf **Norm.**) wird das zu verzögernde Signal zunächst mit 1 bis 3 Grundperioden dargestellt. Eine größere Anzahl verringert unnötig die Helligkeit eines stark gedehnten Bildes. Die Darstellung nur eines Teils einer Periode begrenzt die Wahl des gedehnten Zeitabschnitts und erschwert unter Umständen die Triggerung. Dagegen läßt sich der Bereich von ***1 bis 3 Grundperioden*** immer zwanglos mit dem **TIMEBASE**-Schalter einstellen. Hierbei sollte man die Dehnung **x10** abschalten (**X-MAGN.**-Knopf eingedrückt), den **HOLD-OFF**-Regler in Calibrationsstellung **x1** belassen und den Zeit-Feinregler **VAR.** auf **Cal.** stellen. Die LED-Anzeige im DELAY-Feld leuchtet dabei nicht. Die Triggerung muß für den weiteren Verlauf auf eine gut triggernde Flanke eingestellt sein.

Figur 1

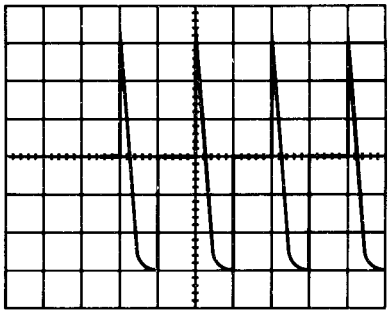


MODE : **Norm.**
TIMEBASE : **0.5ms/cm**
LED : **aus**

Nun wird der **MODE**-Schalter in Stellung **Search** (suchen) gesetzt. Dabei verschiebt sich der (linke) Anfang der Strahllinie mehr oder weniger nach rechts. Steht der **DELAY**-Zeitbereichsschalter auf **0.1μs**, ist es möglich, daß — abhängig von dem am **TIMEBASE**-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten — die Verschiebung kaum sichtbar ist. Man dreht dann den Bereichsschalter so weit nach rechts, bis die Strahllinie möglichst kurz vor dem zu vergrößernden Zeitabschnitt beginnt. Die genaue Einstellung auf den Anfang des interessierenden Zeitabschnitts erfolgt mit dem **DELAY**-Feinregler **x1-x10** im DELAY-Feld. Der Drehbereich desselben besitzt keinen Anschlag. An den Bereichsenden ist ein gewisses Schnappgeräusch wahrnehmbar. Bei Beginn der DELAY-Bedienungsfolge sollte er zweckmäßig in der

linken Ausgangsposition stehen. Verschwindet die Zeitlinie nach dem Umschalten auf **Search** völlig, ist normalerweise der **DELAY**-Bereichsschalter auf eine zu hohe Verzögerungszeit eingestellt. Er ist dann so weit nach links zu drehen, bis der Anfang der Strahllinie links vor dem zu vergrößernden Zeitabschnitt beginnt. In der **Search**-Betriebsart blinkt die Leuchtdiode im DELAY-Feld.

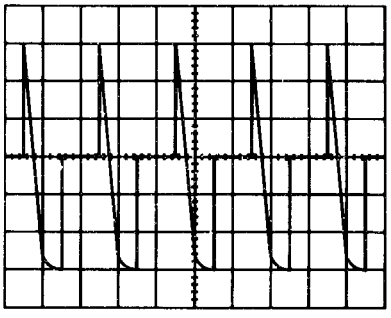
Figur 2



MODE : **Search**
DELAY-Zeitbereich : **1 ms**
TIMEBASE : **0.5 ms/cm**
LED : blinkt
Verzögerungszeit = 2.5 cm · 0.5 ms/cm = 1.25 ms

Aus Figur 2 erkennt man, daß die Verzögerungszeit auch meßbar ist. Sie ist identisch mit der eingestellten Verschiebung des Strahlanfangs. Man ermittelt sie durch Multiplikation der horizontalen Verschiebung in cm mit dem am **TIMEBASE**-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten.
Nun kann der **MODE**-Schalter auf **Delay** (Verzögerung der Zeitablenkung) umgeschaltet werden. Dabei rückt der Anfang der Strahllinie, beginnend mit dem gewählten Zeitabschnitt, wieder in die gleiche Stellung wie in der Betriebsart **Norm.**, also nach links. Die Anzeige im DELAY-Feld leuchtet jetzt stetig.

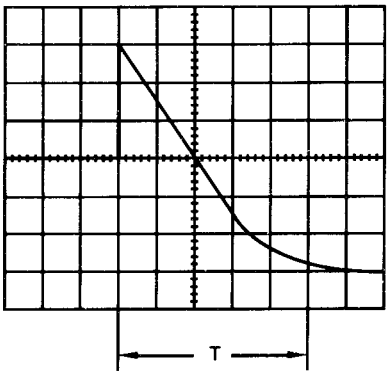
Figur 3



MODE : **Delay**
DELAY-Zeitbereich : **1 ms**
TIMEBASE : **0.5 ms/cm**
LED : Dauerlicht

Jetzt kann durch Hochschalten der Ablenkgeschwindigkeit der interessierende Zeitabschnitt stark gedehnt werden. Mit dem DELAY-Feinregler ist — auch nachträglich — eine beliebige Verschiebung des gedehnten Abschnitts möglich. Im Beispiel der Figur 4 ist zu sehen, daß eine zehnfache Dehnung durch das Umschalten des **TIMEBASE**-Schalter von 0.5 ms/cm auf **50 µs/cm** erreicht wurde. Die Zeitmessung am gedehnten Signalabschnitt kann jetzt wegen der Dehnung mit erhöhter Genauigkeit erfolgen. Dabei wird die horizontale Länge in cm eines beliebigen Abschnitts multipliziert mit dem Zeitkoeffizienten, der am **TIMEBASE**-Schalter gerade eingestellt ist. Der Zeit-Feinregler **VAR.** muß in seiner calibrierten Stellung **Cal.** stehen.

Figur 4



MODE : **Delay**
DELAY-Zeitbereich : **1 ms**
TIMEBASE : **50 µs/cm**
LED : Dauerlicht
Dehnung : $0.5 \cdot 10^{-3} : 50 \cdot 10^{-6} = 10$
T = 5 cm · 50 µs/cm = 250 µs

Selbstverständlich ist die Dehnung nicht auf den im Beispiel gewählten Faktor 10 begrenzt. Wie bereits erwähnt, sind erheblich größere Dehnungen möglich, wenn der **TIMEBASE**-Schalter noch weiter nach rechts gedreht werden kann. Eine Grenze bildet die mit steigender Dehnung abnehmende Strahlhelligkeit. Ferner kann Jittern des Signals (unregelmäßige Frequenzschwankungen des Generators) die Anwendung erschweren. In diesem Fall ist die weiter unten beschriebene ***after delay***-Triggerung anzuwenden.

Wesentlich für das einwandfreie Arbeiten mit der Ablenkverzögerung ist das Halten des Triggerpunkts. Alle Signalarten, in denen der vergrößert darzustellende Signalabschnitt eine konstante Phasenver-

schiebung zum Triggerpunkt hat, sind problemlos. Gemeint sind damit alle elektrischen Signalformen, die sich mit der Folgefrequenz ständig wiederholende Signalflanken gleicher Polarität und triggerbare Pegelwerte enthalten. Besteht keine Phasenkonstanz, kann die Triggerung beim Umschalten von **Search** auf **Delay** oder bei Änderung des Zeitkoeffizienten aussetzen. Man muß dann bereits im Normalbetrieb (Darstellung der Grundperiode des Signals) versuchen, einen mit dem zu vergrößernden Signalteil phasenkonstanten Triggerpunkt zu finden. Bei komplizierten Signalgemischen ist es möglich, daß die Aufzeichnung der Grundperiode mit anderen Signalanteilen überlagert ist. Diese verschwinden in der Regel beim Hochschalten der Ablenkgeschwindigkeit. Andernfalls wird u. U. der Bildstand der gedehnten Darstellung mit Einstellung des **LEVEL**- und des **VAR.**-Reglers oder mit Hilfe der ***after delay***-Triggerung erreicht. Mit Hilfe der **X-MAGN.**-Dehnung kann jeder Ausschnitt ohne Veränderungen an der Zeitbasis oder der Verzögerungszeit nochmals um den Faktor ***10*** vergrößert werden. Dies kann bei schwierig zu triggernden Signalen eine Hilfe sein.

After delay-Triggerung

Besonders dann, wenn ***in komplizierten Signalgemischen*** der interessierende Signalausschnitt keine Phasenkonstanz zur Signal-Folgefrequenz hat, hilft die zweite Triggerung ***after delay***, also ***nach Ablauf*** der eingestellten Verzögerungszeit. Die erste Triggerung spricht auf eine geeignete Signalflanke an, die synchron ist mit der Folgefrequenz, während die zweite Triggerung — völlig unabhängig davon — auf eine Flanke des interessierenden Signalausschnitts eingestellt werden kann. Ein praktisches Beispiel für ein solches Signalgemisch ist der Farb-Sychronisier-Impuls (alternierender Burst) im Farbfernsehsignal auf der hinteren Austastschulter des Zeilenimpulses, der von Zeile zu Zeile wechselnd um ±45° phasenverschoben ist. Dieser (HF-) Impuls läßt sich mit ***after delay-Triggerung*** ohne Schwierigkeit über die volle Bildschirmbreite ruhig stehend darstellen, ohne Störung durch die gleichzeitig vorhandenen anderen Signalteile wie Farbartsignal, Leuchtdichtesignal und Austastsignal im FBAS-Signal. Die ***after delay-Triggerung*** hilft aber auch — wie bereits erwähnt — bei starkem Jittern des Generators, das normalerweise große Dehnungen nicht zuläßt.

Nachdem alle Einstellungen für die Triggerung der Grundperiode — wie oben beschrieben — in Stellung **Norm.** ausgeführt sind, wird in Stellung **Search** die Verzögerungszeit gewählt. Sie ist etwas kürzer als sonst einzustellen, weil die zweite Triggerung eine gewisse Ansprechzeit erfordert. Die Dunkelzone sollte bereits ca. 2mm vor dem zu triggernden Signalausschnitt enden. Intern erfolgt die Entnahme des zweiten Triggersignals AC-gekoppelt von der gleichen Signalquelle wie für die Grundperiode. Extern ist das Triggersignal DC-gekoppelt. Hierzu ist die Taste **Int./Ext.** im DELAY-Feld zu drücken. Das externe Triggersignal ist dann der Buchse **EXT. TRIG.** zuzuführen, wie für externe Triggerung der Grundperiode. Die Wahl der Triggerflanke ist mit der **+/—** Taste im DELAY-Feld möglich. Die Einstellung auf den gewünschten Triggerpunkt erfolgt mit dem zweiten **LEVEL**-Regler im DELAY-Feld. Ist dieser Regler in **FR**-Stellung („free run"), ist die ***after delay-Triggerung abgeschaltet***. Außerhalb der **FR**-Stellung bleibt der Schirm ohne Einsatz der ***after delay-Triggerung*** immer dunkel (also z. B. auch bei Fehlen des Triggersignals). ***Deshalb muß der zweite* LEVEL-*Regler ohne gewünschte after delay-Triggerung immer in* FR-*Position stehen.*** Ist der gewünschte Signalausschnitt nun durch die Einstellung des zweiten **LEVEL**-Reglers exakt getriggert, ist der **MODE**-Schiebeschalter im DELAY-Feld auf **Delay** zu schalten. Wie bei der oben beschriebenen normalen verzögerten Darstellung beginnt dann die Zeitablenkung am linken Bildrand mit dem zu dehnenden Zeitabschnitt. Eine Verschiebung des Zeitabschnitts mit dem **DELAY**-Feinregler **x1-x10** ist nicht mehr möglich. Die ***after delay-Triggerung*** hält den mit dem zweiten **LEVEL**-Regler eingestellten Triggerpunkt fest. Die gewünschte Dehnung kann nun, wie oben beschrieben, durch Rechtsdrehung des **TIMEBASE**-Schalters und/oder Einschaltung der x10 Dehnung **X-MAGN.** erfolgen.

Der Umgang mit der Ablenkverzögerung, besonders bei schwierig darzustellenden Signalgemischen, bedarf einer gewissen Erfahrung. Die Aufzeichnung von Ausschnitten einfacher Signalarten ist dagegen vom Anfang an problemlos. Es ist zu empfehlen, immer in der beschriebenen ***Reihenfolge*** **Norm.-Search-Delay** vorzugehen, da sonst das Auffinden des gewünschten Zeitbereiches relativ schwierig sein kann. Der Einsatz der Ablenkverzögerung ist auch bei Zwei-

kanalbetrieb und bei der Summen- und Differenzdarstellung möglich.

Delay-Anzeige

Die Betriebsarten der Ablenkverzögerung werden mit der rechts vom DELAY-**MODE**-Schiebeschalter angeordneten LED-Lampe angezeigt. Schaltet man auf **Search**, beginnt die Leuchtdiode zu blinken. Dies soll ein besonderer Hinweis auf den nichtnormierten Zustand sein. Die Stellung **Delay** wird durch stetiges Leuchten angezeigt. Steht bei Normalbetrieb ***ohne*** Ablenkverzögerung der DELAY-**Mode**-Schalter nicht auf **Norm.**, können Fehleinwirkungen, wie z. B. Strahlverdunklung oder partielle Ausblendung, entstehen. Daher ist die Anzeige dieser Leuchtdiode besonders zu beachten.

Sonstiges

Die Sägezahnspannung des Ablenkgenerators (ca. 5Vss) ist über eine mit **S** gekennzeichnete BNC-Buchse an der Rückseite des Gerätes herausgeführt. Der Belastungswiderstand sollte nicht kleiner als 10kΩ sein. Für die Entnahme ohne Gleichspannungspotential ist ein Kondensator zwischenzuschalten.

Die Dunkeltastung des Strahles erfolgt durch Low-TTL-Pegel an der mit **Z**-Modulation bezeichneten BNC-Buchse, die sich ebenfalls auf der Rückseite des Gerätes befindet. Es sind keine höheren Spannungen als TTL-Pegel (***5Vss***) zur Strahlmodulation zulässig. Der zur Dunkeltastung erforderliche Sinus- oder Rechteck-Generator muß einen niederohmigen Ausgang (max. 50Ω) besitzen. Ein Rechteckgenerator mit negativen Impulsen gegen Masse ist nicht verwendbar. Ebenso darf keine Offset-Gleichspannung an der **Z**-Buchse anliegen. Die Ausgangsspannung eines Sinusgenerators muß zur Einstellung des Tastverhältnisses regelbar sein. Eine Analogmodulation ist nicht möglich. Die Z-Modulation kann auch direkt an der **Z**-Buchse mit einem mechanischen Schalter (***ohne Stromquelle***) erfolgen:

Kontakt kurzgeschlossen ≙ dunkel
Kontakt offen ≙ hell

Dies vereinfacht z. B. Zeitmessungen und Prell-Untersuchungen an Schaltern (Relais). Bei periodischem Schalterbetrieb sollte die Antriebsvorrichtung zweckmäßig auch ein Triggersignal liefern. Nur bei synchronen Betrieb von Z-Modulation und Zeitbasis ergibt sich ein stehendes Schirmbild.

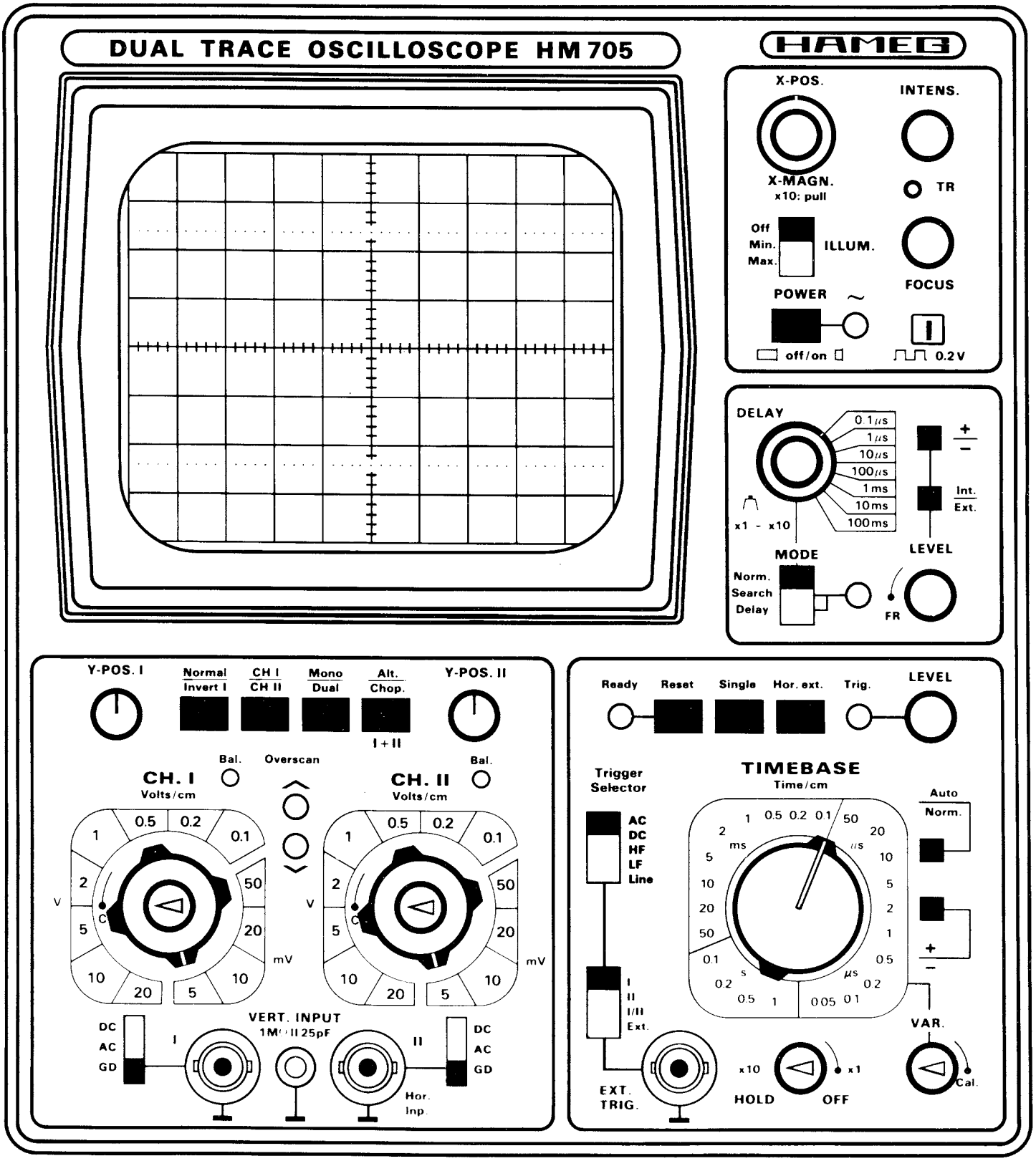
Für die fotografische Registrierung von Schirmbildern besitzt der HM705 eine Rasterbeleuchtung. Ohne diese ist das für eine Auswertung erforderliche Meßraster normalerweise nicht sichtbar. Eine Veränderung der Beleuchtung in zwei Stufen ist an dem mit **ILLUM.** bezeichneten Schiebeschalter möglich. In der obersten Stufe **Off** ist die Rasterbeleuchtung abgeschaltet. Die optimale Einstellung ist jedoch auch von der verwendeten Kamera und Filmempfindlichkeit abhängig. Eventuell sind erst mehrere Probeaufnahmen erforderlich, bis das Meßraster auf den Bildern klar zu sehen ist.

Wartung

Im Rahmen der Wartung des Gerätes wird empfohlen, einige wichtige Eigenschaften und Kriterien des HM705 in gewissen Zeitabständen zu überprüfen. Im folgenden Testplan sind nur solche Untersuchungsmethoden angegeben, die ohne größeren Aufwand an Meßgeräten durchführbar sind.

Zubehör

Zur Grundausrüstung der HAMEG-Oszilloskope gehört nur die Bedienungsanleitung. Meßkabel, Tastteiler und anderes Zubehör müssen dem jeweiligen Bedarf entsprechend beschafft werden (siehe HAMEG-Zubehörprospekte).


DUAL TRACE OSCILLOSCOPE HM 705
HAMEG
X-POS.
INTENS.
X-MAGN.
x10: pull
TR
Off
Min.
Max.
ILLUM.
FOCUS
POWER
off/on
0.2V
DELAY
0.1µs
1µs
10µs
100µs
1ms
10ms
100ms
x1 - x10
Int.
Ext.
LEVEL
MODE
Norm.
Search
Delay
FR
Y-POS. I
Normal
Invert I
CH I
CH II
Mono
Dual
Alt.
Chop.
I+II
Y-POS. II
Bal.
Overscan
Bal.
CH. I
Volts/cm
CH. II
Volts/cm
V
mV
DC
AC
GD
VERT. INPUT
I
II
Hor.
Inp.
Ready
Reset
Single
Hor. ext.
Trig.
LEVEL
Trigger
Selector
AC
DC
HF
LF
Line
I
II
I/II
Ext.
EXT.
TRIG.
TIMEBASE
Time/cm
Auto
Norm.
VAR.
Cal.
x10
x1
HOLD
OFF

KURZANLEITUNG für HM 705

Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Gerät an Netz anschließen, Netztaste (rechts neben Bildschirm) drücken.
Leuchtdiode zeigt Betriebszustand an. ***Gehäuse, Chassis und Meßbuchsen-Massen sind mit dem Netzschutzleiter verbunden (Schutzklasse I).***
Tasten **Auto/Norm.**, **Single** und **Hor.ext.** herausstehend.
MODE-Schiebeschalter in Stellung **Norm.**, **HOLD-OFF**-Reglerknopf auf Rechtsanschlag,
LEVEL-Regler im DELAY-Feld auf **FR**.
Am Knopf **INTENS.** mittlere Helligkeit und mit **FOCUS**-Regler Schärfe einstellen.
Mit den Reglern **Y-POS.** und **X-POS.** Zeitlinie auf Bildschirmmitte bringen.

Betriebsart Meßverstärker

Kanal I: Alle Tasten im Y-Feld herausstehend.
Kanal II: Taste **CH I/CH II** gedrückt.
Kanal I und II: Taste **Mono/Dual** gedrückt.
Kanalumschaltung alt. oder chop. wahlweise mit Taste **Alt./Chop.**,
Signale <1kHz mit **Chop**.
Kanäle I+II (Summe): Nur Taste **Alt./Chop.** drücken.
Kanäle —I+II (Differenz): Tasten **Alt./Chop.** und **Invert I** drücken.

Betriebsart Triggerung

Triggerart mit Taste **Auto/Norm.** wählen. Triggeranzeige **Trig.** beachten.
Auto = Automatische Spitzenwert-Triggerung. **Norm.** = Normaltriggerung.
Triggerquelle mit Schiebeschalter **I-II-I/II-Ext.** wählen.
Stellung **I/II** interne alternierende Triggerung.
Stellung **Ext.**: Synchronsignal (1-10Vss) auf Buchse **EXT. TRIG.**
Triggerkopplung mit Schiebeschalter auf **AC-DC-HF** oder **LF** schalten.
Triggerbereich bei **AC** und **DC** ***20MHz***, bei **HF** ***20-120MHz***.
Trigger-Flankenrichtung mit Taste **+/—** wählen.
Einzelbildauslösung mit Tasten **Single** und **Reset**. Bereitschaftsanzeige **Ready** beachten.

Messung

Meßsignale den **VERT. INPUT**-Buchsen **I** und/oder **II** zuführen.
Tastteiler vorher mit eingebautem Generator abgleichen.
Meßsignal-Ankopplung auf **AC** oder **DC** schalten.
Mit Teilerschalter **CH.I** und/oder **CH.II** Signal auf gewünschte Bildhöhe einstellen.
Y-Überbereichsanzeige (**Overscan**) beachten.
Am **TIMEBASE**-Schalter Zeitkoeffizienten wählen.
Triggerpunkt mit **LEVEL**-Regler einstellen.
Komplexe oder aperiodische Signale evtl. mit vergrößerter **HOLD-OFF**-Zeit triggern.
Amplitudenmessung mit Y-Feinregler auf Linksanschlag (**C**).
Zeitmessung mit **VAR.**-Regler auf Rechtsanschlag (**Cal.**).
Dehnung **x10** mit **X-POS.**-Reglerknopf gezogen.
Für ***Video***-Signalgemische mit ***Bildfrequenz*** Triggerkopplung auf **LF**.
Ext. Horizontalablenkung (***XY-Betrieb***) mit gedrückter Taste **Hor. ext.** (X-Eing. **CH.II**).
Ausschnittvergrößerung mit ***Ablenkverzögerung***:
Stellung **Norm.**: Normalbetrieb ohne Ablenkverzögerung.
Stellung **Search**: mit **DELAY**-Zeitschalter und **DELAY**-Zeit-Feinregler den Beginn des Bildausschnitts einstellen (DELAY-Lampe blinkt).
Stellung **Delay**: durch Rechtsdrehen des **TIMEBASE**-Schalters die Ausschnittlänge wählen (DELAY-Lampe leuchtet ständig).
After delay-Triggerung: Im DELAY-Feld 2.**LEVEL**-Regler aus Stellung **FR** herausdrehen;
Trigger-Flanke mit Taste **+/—**, Trigger-Quelle mit **Int./Ext.** wählen.

Allgemeines

Dieser Testplan soll helfen, in gewissen Zeitabständen und ohne großen Aufwand an Meßgeräten die wichtigsten Funktionen des HM705 zu überprüfen. Aus dem Test eventuell resultierende Korrekturen und Abgleicharbeiten im Inneren des Gerätes sind in der Service-Anleitung beschrieben. Sie sollten jedoch nur von Personen mit entsprechender Fachkenntnis durchgeführt werden.

Wie bei den Voreinstellungen ist darauf zu achten, daß zunächst alle Knöpfe mit Pfeilen in Calibrierstellung stehen. Keine der Tasten soll eingedrückt sein (insbesondere **Auto/Norm.**-Taste ungedrückt). Es wird empfohlen, das Oszilloskop schon ca. 15 Minuten vor Testbeginn einzuschalten.

Strahlröhre: Helligkeit und Schärfe, Linearität, Rasterverzeichnung

Die Strahlröhre im HM705 hat normalerweise eine sehr gute Helligkeit und Schärfe. Ein Nachlassen derselben kann nur visuell beurteilt werden. Eine gewisse Randunschärfe ist jedoch in Kauf zu nehmen. Sie ist röhrentechnisch bedingt. Zu geringe Helligkeit kann die Folge zu kleiner Hochspannung sein. Dies erkennt man leicht an der dann stark vergrößerten Empfindlichkeit des Meßverstärkers. Der Einstellbereich für maximale und minimale Helligkeit muß so liegen, daß kurz vor Linksanschlag des **INTENS.**-Einstellers der Strahl gerade verlöscht und bei Rechtsanschlag die Schärfe noch akzeptabel ist. Auch bei gedrückter Taste **Hor. ext.** muß sich der Strahl völlig verdunkeln lassen. Auf keinen Fall darf bei maximaler Intensität mit Zeitablenkung der Rücklauf sichtbar sein. Dabei ist zu beachten, daß bei starken Helligkeitsänderungen immer neu fokussiert werden muß. Außerdem soll bei max. Helligkeit kein "Pumpen" des Bildes auftreten. Letzteres bedeutet, daß die Stabilisation der Hochspannungsversorgung nicht in Ordnung ist. Die R-Trimmer für Hochspannung, min. und max. Helligkeit sind nur innen zugänglich (siehe Abgleichplan und Service-Anleitung).

Ebenfalls röhrentechnisch bedingt sind gewisse Toleranzen der Linearität und Rasterverzeichnung. Sie sind in Kauf zu nehmen, wenn die vom Röhrenhersteller angegebenen Grenzwerte nicht überschritten werden. Auch hierbei sind speziell die Randzonen des Schirms betroffen. Diese Grenzwerte werden von HAMEG überwacht. Das Aussuchen einer toleranzfreien Röhre ist praktisch unmöglich (zu viele Parameter).

Astigmatismuskontrolle

Es ist zu prüfen, ob die Scharfeinstellung waagerechter und senkrechter Linien auf dem gleichen Fokussierpunkt liegt. Man erkennt dies sehr gut bei der Abbildung eines Rechtecksignals höherer Frequenz (ca. 1 MHz). Eine andere Methode ist die Kontrolle der Leuchtfleckform. Bei abgeschalteten Y-Eingängen (Stellung **GD**) und gedrückter Taste **Hor. ext.** wird mit dem **FOCUS**-Einsteller mehrmals über den Fokussierpunkt gedreht. Die Form (nicht die Größe) des Leuchtflecks, gleichgültig ob rund, oval oder eckig, muß dabei rechts und links vom Fokussierpunkt gleich bleiben. Für die Astigmatismus-Korrektur (senkrechte Schärfe) befindet sich im Gerät ein R-Trimmer von 100kΩ (siehe Abgleichplan und Service-Anleitung).

Symmetrie und Drift des Meßverstärkers

Beide Eigenschaften werden im wesentlichen von den Eingangsstufen bestimmt. Die Prüfung und Korrektur der DC-Balance erfolgt wie in der Bedienungsanleitung beschrieben. Einen gewissen Aufschluß über die Symmetrie von Kanal I und des Y-Endverstärkers erhält man beim Invertieren (Taste **Invert I** drücken). Bei guter Symmetrie darf sich die Strahllage um etwa 5mm ändern. Gerade noch zulässig wäre 1cm. Größere Abweichungen weisen auf eine Veränderung im Meßverstärker hin.

Eine weitere Kontrolle der Y-Symmetrie ist über den Regelbereich der **Y-POS.**-Regler möglich. Man gibt auf den Y-Eingang ein Sinussignal von etwa 10-100kHz. Wenn dann bei einer Bildhöhe von ca. 8cm der **Y-POS.**-Regler nach beiden Seiten bis zum Anschlag gedreht wird, muß der oben und unten noch sichtbare Teil ungefähr gleich groß sein. Unterschiede bis 1cm sind noch zulässig (Signalankopplung dabei auf **AC**). Mögliche Ursachen und Korrekturen der

Symmetrie sind in der Service-Anleitung beschrieben. Die Kontrolle der Drift ist relativ einfach. Nach etwa ***10 Minuten Einschaltzeit*** wird der Strahl exakt auf Mitte Bildschirm gestellt. In der folgenden Stunde darf sich die Strahllage um nicht mehr als 5mm verändern. Größere Abweichungen werden oft durch unterschiedliche Daten der beiden FETs im Eingang des Meßverstärkers verursacht. Teilweise werden Driftschwankungen auch von dem am Gate vorhandenen Offsetstrom beeinflußt. Dieser ist zu hoch, wenn sich beim Durchdrehen des entsprechenden Y-Eingangsteilerschalters über alle Stellungen die vertikale Strahllage insgesamt mehr als 0,5mm verändert. Manchmal treten solche Effekte erst nach längere Betriebszeit des Gerätes auf. Weitere Hinweise in der Service-Anleitung.

Calibration des Meßverstärkers

Die mit einem Rechteck bezeichnete Ausgangs-Öse gibt eine Rechteckspannung von ***200mVss*** ab. Sie hat normalerweise eine Toleranz von nur ***1%***. Stellt man eine direkte Verbindung zwischen Ausgangs-Öse und dem Eingang des Meßverstärkers her, muß das aufgezeichnete Signal in Stellung **50mV/cm** ***4cm hoch*** sein, wenn der Feinregler des betreffenden Kanals in der Calibrationsstellung **C** ist. Abweichungen von maximal 1,2mm (3%) sind gerade noch zulässig. Wird zwischen Ausgangs-Öse und Meßeingang ein ***Tastteiler 10:1*** geschaltet, muß sich die gleiche Bildhöhe in Stellung **5mV/cm** ergeben. Bei größeren Toleranzen sollte man erst klären, ob die Ursache im Meßverstärker selbst oder in der Amplitude der Rechteckspannung zu suchen ist. Unter Umständen kann auch ein zwischengeschalteter Tastteiler fehlerhaft oder falsch abgeglichen sein oder zu hohe Toleranzen haben.

Übertragungsgüte des Meßverstärkers

Die Kontrolle der Übertragungsgüte ist nur mit Hilfe eines Rechteckgenerators mit kleiner Anstiegszeit (max. 5ns) möglich. Das Verbindungskabel muß dabei direkt am betreffenden Vertikaleingang des Oszilloskops mit einem Widerstand gleich dem Kabel-Wellenwiderstand (z. B. HAMEG HZ34 mit HZ22) abgeschlossen sein. Zu kontrollieren ist mit 50Hz, 500Hz, 5kHz, 50kHz, 500kHz und 1MHz. Dabei darf das aufgezeichnete Rechteck, besonders bei 1MHz und einer Bildhöhe von 4-5cm, kein Überschwingen zeigen. Jedoch soll die vordere Anstiegsflanke oben auch nicht nennenswert verrundet sein. Bei den angegebenen Frequenzen dürfen weder Dachschrägen noch Löcher oder Höcker im Dach auffällig sichtbar werden. Einstellung: Ablenkkoeffizient **5mV/cm**; Signalankopplung auf **DC**; Y-Feinregler in **C**al.-Stellung. Im allgemeinen treten nach Verlassen des Werkes keine größeren Veränderungen auf, so daß normalerweise auf diese Prüfung verzichtet werden kann. Allerdings ist für die Qualität der Übertragungsgüte nicht nur der Meßverstärker von Einfluß. Die vor dem Verstärker sitzenden ***Eingangsteiler sind in jeder Stellung frequenzkompensiert***. Bereits kleine kapazitive Veränderungen können die Übertragungsgüte herabsetzen. Fehler dieser Art werden in der Regel am besten mit einem Rechtecksignal niedriger Folgefrequenz (z. B. 1kHz) erkannt. Wenn ein solcher Generator mit max. 40Vss zur Verfügung steht, ist es empfehlenswert, in gewissen Zeitabständen alle Stellungen der Eingangsteiler zu überprüfen und, wenn erforderlich, nachzugleichen (Abgleich entsprechend Service-Anleitung). Allerdings ist hierfür noch ein kompensierter ***2:1-Vorteiler*** erforderlich, welcher auf die Eingangsimpedanz des Oszilloskops abgeglichen wird. Er kann selbstgebaut oder unter der Typenbezeichnung HZ23 von HAMEG bezogen werden (siehe Zubehörprospekt). Wichtig ist nur, daß der Teiler abgeschirmt ist. Zum Selbstbau benötigt man an elektrischen Bauteilen einen 1MΩ-Widerstand (±1%) und, parallel dazu, einen C-Trimmer 3/15pF parallel mit etwa 20pF. Diese Parallelschaltung wird einerseits direkt an den Vertikaleingang **I** bzw. **II** angeschlossen, andererseits über ein möglichst kapazitätsarmes Kabel mit dem Generator verbunden. Der Vorteiler wird in Stellung **5mV/cm** auf die Eingangsimpedanz des Oszilloskops abgeglichen (Signalkopplung auf **DC**; Rechteckdächer exakt horizontal ohne Dachschräge). Danach soll die Form des Rechtecks in jeder Eingangsteilerstellung gleich sein.

Betriebsarten: Mono/Dual, Alt/Chop, I+II und XY-Betrieb

Wird die Taste **Mono/Dual** gedrückt, müssen sofort

zwei Zeitlinien erscheinen. Bei Betätigung der **Y-POS.**-Regler sollten sich die Strahllagen gegenseitig nicht beeinflussen. Trotzdem ist dies auch bei intakten Geräten nicht ganz zu vermeiden. Wird ein Strahl über den ganzen Schirm verschoben, darf sich die Lage des anderen dabei max. nur 0,5 mm verändern. Ein Kriterium bei Chopperbetrieb ist die Strahlverbreiterung und Schattenbildung um die Zeitlinie im oberen oder unteren Bildschirmbereich. Normalerweise darf beides nicht sichtbar sein. **TIMEBASE**-Schalter dabei auf 1 μs/cm; Tasten **Mono/Dual** und **Alt/Chop** drücken. Signalkopplung auf **GD**; **INTENS.**-Regler auf Rechtsanschlag; **FOCUS**-Regler auf optimale Schärfe. Mit den beiden **Y-POS.**-Reglern wird eine Zeitlinie auf +2 cm, die andere auf −2 cm Höhe gegenüber der horizontalen Mittellinie des Rasters geschoben. Nicht auf die Chopperfrequenz (1 MHz) synchronisieren! Mehrmals Taste **Alt/Chop** auslösen und drücken. Dabei müssen Spurverbreiterung und periodische Schattenbildung vernachlässigbar klein sein.

Wesentliches Merkmal bei **I+II** oder **−I+II**-Betrieb (Taste **Invert I** zusätzlich gedrückt) ist die Verschiebbarkeit der Zeitlinie mit beiden **Y-POS.**-Reglern. Bei XY-Betrieb (**Hor. ext.**-Taste gedrückt) muß die Empfindlichkeit in beiden Ablenkrichtungen gleich sein. Dabei sollen die beiden Feinregler auf Linksanschlag (**C**) stehen und der mit dem **X-POS.**-Reglerknopf verbundene Dehnungsschalter eingedrückt sein. Gibt man das Signal des eingebauten Rechteckgenerators auf den Eingang von Kanal II, muß sich horizontal, wie bei Kanal I in vertikaler Richtung, eine Ablenkung von ***4cm*** ergeben (**50mV/cm**-Stellung).

Die Prüfung der Einzelkanaldarstellung mit der Taste **CH I/CH II** erübrigt sich. Sie ist indirekt in den oben angeführten Prüfungen bereits enthalten.

Kontrolle Triggerung

Wichtig ist die interne Triggerschwelle. Sie bestimmt, ab welcher Bildhöhe ein Signal exakt stehend aufgezeichnet wird. Beim HM705 sollte sie bei 3 bis 5 mm liegen. Eine noch empfindlichere Triggerung birgt die Gefahr des Ansprechens auf den Stör- und Rauschpegel in sich, insbesondere dann, wenn die Empfindlichkeit des Vertikaleingangs mit dem Feinregler auf Rechtsanschlag erhöht wurde. Dabei können phasenverschobene Doppelbilder auftreten. Eine Veränderung der Triggerschwelle ist nur intern möglich. Die Kontrolle erfolgt mit irgendeiner Sinusspannung zwischen 50 Hz und 1 MHz. Die **Auto**-Taste soll dabei ungedrückt bleiben. Danach ist festzustellen, ob die gleiche Triggerempfindlichkeit auch mit Normaltriggerung (**Auto/Norm.**-Taste gedrückt) vorhanden ist. Bei beiden Triggerarten muß eine **LEVEL**-Einstellung vorgenommen werden. Durch Drücken der +/—Taste muß sich der Kurvenanstieg der ersten Schwingung umpolen. Der HM705 muß, bei einer Bildhöhe von etwa 5 mm und **HF**-Einstellung der Triggerkopplung, Sinussignale bis 120 MHz einwandfrei intern triggern.

Zur externen Triggerung (Triggerwahlschalter auf **Ext.**) sind frequenzabhängig etwa 1-10 Vss Signalspannung an der Buchse **EXT. TRIG.** erforderlich.

Die TV-Triggerung wird am besten mit einem Videosignal beliebiger Polarität geprüft. Nur in Schalterstellung **LF** ist eine sichere Triggerung auf den Bildimpuls möglich. Dagegen kann nur in Stellung **AC** (evtl. **DC**) auf die Zeilenfrequenz getriggert werden. Steht kein Videosignal zur Verfügung, so kann die TV-Triggerung mit der Netz- und der Calibrationsfrequenz untersucht werden. Bei Triggerung auf die Netzfrequenz darf die Stellung **LF** keinen Einfluß auf die Triggerung haben. Beim 1 kHz-Calibrationssignal muß sich hingegen der minimale Signalspannungsbedarf für eine einwandfreie Triggerung mindestens verdoppeln.

Wird mit einem Sinussignal ohne Gleichspannungsanteil intern oder extern getriggert, dann darf sich beim Umschalten von **AC** auf **DC** des Triggerwahlschalters das Bild nicht horizontal verschieben. Voraussetzung hierfür ist eine ***korrekte DC-Balance-Einstellung*** des Meßverstärkereingangs (siehe Bedienungsanleitung).

Im alternierenden Zweikanal-Betrieb müssen zwei verschiedene Signale (z. B. Netzfrequenz und Calibratorsignal) je nach Stellung des Triggerwahlschalters **I-II-I/II** einwandfrei (intern) getriggert werden. Bei Chopper-Zweikanal-Betrieb darf in der Stellung **I/II** nur eine Triggerung von Kanal **I** möglich sein und keine Darstellung der Chopperfrequenz erfolgen.

Werden beide Meßverstärkereingänge **AC**-gekoppelt an das gleiche Signal geschaltet und im alternierenden Zweikanal-Betrieb beide Strahlen auf dem Bildschirm exakt zur Deckung gebracht, dann darf in keiner Stellung des Triggerwahlschalters **I-II-I/II** oder beim Umschalten des Triggerwahlschalters von **AC** auf **DC** eine Änderung des Bildes sichtbar sein.

Zeitablenkung

Vor Kontrolle der Zeitbasis ist festzustellen, ob die ***Zeitlinie 10cm lang*** ist. Andernfalls kann sie am R-Trimmer für die X-Amplitude (siehe Abgleichplan) korrigiert werden. Diese Einstellung sollte bei der mittleren **TIMEBASE**-Schalterstellung **50µs/cm**, erfolgen. Vor Beginn der Arbeit sind der **VAR.**- auf **Cal.** und der **HOLDOFF**-Regler auf **x1** einzurasten. Der **X-MAGN. x10**-Knopf muß eingedrückt sein. Dies gilt, bis deren einzelne Änderungsbereiche kontrolliert werden. Ferner ist zu untersuchen, ob die Zeitablenkung von links nach rechts schreibt. Hierzu Zeitlinie mit **X-POS.**-Regler auf horizontale Rastermitte zentrieren und **TIMEBASE**-Schalter auf **1s/cm** stellen. (Wichtig nur nach Röhrenwechsel!)

Steht für die Überprüfung der Zeitbasis kein exakter Markengeber zur Verfügung, kann man auch mit einem genau geeichten Sinusgenerator arbeiten. Seine Frequenztoleranz sollte nicht größer als ±1% sein. Die Zeitwerte des HM705 werden zwar mit ±3% angegeben; in der Regel sind sie jedoch wesentlich besser. Zur gleichzeitigen Kontrolle der Linearität sollten immer mind. 10 Schwingungen, d. h. ***alle cm ein Kurvenzug*** abgebildet werden. Zur exakten Beurteilung wird mit Hilfe des **X-POS.**-Reglers die Spitze des ersten Kurvenzugs genau hinter die erste vertikale Linie des Rasters gestellt. Die Tendenz einer evtl. Abweichung ist schon nach den ersten Kurvenzügen erkennbar.

Recht genau kann man die Bereiche **20** und **10ms/cm** mit Netzfrequenz ***50Hz*** kontrollieren. Es wird dann bei **20ms/cm** alle cm und bei **10ms/cm** alle 2cm ein Kurvenzug abgebildet.

Für häufige Routinekontrollen der Zeitbasis an einer größeren Anzahl von Oszilloskopen ist die Anschaffung eines Oszilloskop-Calibrators empfehlenswert. Dieser besitzt auch einen quarzgenauen Markergeber, der für jeden Zeitbereich Nadelimpulse im Abstand von 1 cm abgibt. Dabei ist zu beachten, daß bei der Triggerung solcher Impulse zweckmäßig mit Normaltriggerung (Taste **Auto/Norm.** gedrückt) und **LEVEL**-Einstellung gearbeitet wird.

Die folgende Tabelle zeigt, welche Frequenzen für den jeweiligen Bereich benötigt werden.

1 s/cm	1 Hz	0,1 ms/cm	10 kHz
0,5 s/cm	2 Hz	50 µs/cm	20 kHz
0,2 s/cm	2 Hz	20 µs/cm	50 kHz
0,1 s/cm	10 Hz	10 µs/cm	100 kHz
50 ms/cm	20 Hz	5 µs/cm	200 kHz
20 ms/cm	50 Hz	2 µs/cm	500 kHz
10 ms/cm	100 Hz	1 µs/cm	1 MHz
5 ms/cm	200 Hz	0,5 µs/cm	2 MHz
2 ms/cm	500 Hz	0,2 µs/cm	5 MHz
1 ms/cm	1 kHz	0,1 µs/cm	10 MHz
0,5 ms/cm	2 kHz	0,05 µs/cm	20 MHz
0,2 ms/cm	5 kHz		

Dreht man den Zeit-Feinregler **VAR.** bis zum Anschlag nach links, müssen mindestens 2,5 Kurvenzüge pro cm dargestellt sein (**X-MAGN.**-Knopf eingedrückt; Messung bei **50µs/cm**).

Zieht man den **X-POS.**-Reglerknopf (**X-MAGN.**) heraus, dann erscheint nur alle 10cm ein Kurvenzug (**VAR.**-Regler in **Cal.**-Stellung; Messung bei **50µs/cm**).

Die Sägezahnausgangsspannung an der mit **S** bezeichneten BNC-Buchse auf der Geräterückseite läßt sich mit einem Kontroll-Oszilloskop überprüfen. Dieses wird auf einen Ablenkkoeffizienten von 1 V/cm und auf einen Zeitkoeffizienten, der um eine Stufe langsamer ist als der am zu testenden Oszilloskop, eingestellt. Man sollte dann 2 bzw. 2,5 Wellen eines positiv ansteigenden Sägezahn mit einer Amplitude von etwa ***5Vss*** auf dem Kontrollschirm sehen können. Dabei darf dem zu prüfenden Oszilloskop keine Eingangsspannung (und keine Triggerspannung) zugeführt werden. Die Sägezahnspannung wird an das Kontroll-Oszilloskop mit einem ***nicht abgeschlossenen*** 50Ω-BNC-BNC-Kabel angeschlossen. Gleichzeitig kann die Wirkung des **HOLDOFF**-Reglers **x1-x10** kontrolliert werden. Eine Messung der Holdoff-Zeit-

Variation ist ohne Eingriff in das Gerät nicht möglich (Helltastimpuls ist kürzer als Vorlauflänge des Sägezahns).

Ablenkverzögerung

Die Ablenkverzögerung darf in der **MODE**-Stellung **Norm.** (DELAY-Feld) keinerlei Einfluß auf die Bilddarstellung des Calibratorsignals zeigen. In der Schalterstellung **Search** ist eine Kontrolle der Verzögerungszeit über die Länge des verdunkelten Strahles möglich. Beim Umschalten auf **Delay** springt das Bild genau auf die übliche Strahlposition nach links; das Signalbild hat also wieder die volle horizontale Länge von 10cm.

Im gesamten Regelbereich des DELAY-Feinreglers* x1-x10 *müssen die abgebildeten Kurvenzüge ohne Jittern, Springen oder momentane Strahlverdunklung verschiebbar sein. Dies kann mit dem Calibrator-Signal geprüft werden. ***Einstellung:*** Calibrator-Öse mit **Vert. Input** Kanal **I** verbinden, Eingangskopplung **DC**, Schalterstellung **50mV/cm**, **Trigger-Selector**-Schalter auf **AC** und Kanal **I**, **Auto/Norm.**-Taste ungedrückt, **TIMEBASE**-Schalter auf **1ms/cm**, keine Taste drücken. Im DELAY-Feld wird der Schiebeschalter auf **Norm.** und der zweite **LEVEL**-Regler auf **FR** gesetzt. Jetzt sieht man das Calibrator-Signal mit 4cm Bildhöhe und etwa 1 Wellenzug pro cm. Nun wird auf **Search** umgeschaltet, wobei die DELAY-Lampe blinkt. Der **DELAY**-Drehschalter ist auf Bereich **1ms** zu stellen. Dann wird der **DELAY**-Feinregler gedreht, bis das halbe Bild links verdunkelt ist. Die Verzögerungszeit beträgt jetzt 5ms. Nach Umschalten auf **Delay** ist das Signalbild wieder voll sichtbar; die DELAY-Lampe zeigt Dauerlicht. Jetzt kann das Bild gedehnt werden. Hierzu wird der **TIMEBASE**-Schalter von 1ms/cm auf **5µs/cm** nach rechts gedreht. Die Dehnung ist damit 200fach. Mit dem **DELAY**-Feinregler kann die nächstliegende Flanke des Calibrator-Signals in Schirmmitte gebracht und auf die oben angegebenen Kriterien geprüft werden. Bei 200facher Dehnung ist im allgemeinen die Bildhelligkeit zu erhöhen (mit **INTENS.**- und **FOCUS**-Regler). Größere Dehnungen sind durchaus möglich; die Grenzen werden durch Helligkeitsverringerung und Generator-Jittern bestimmt.

After-delay-Triggerung

Eine eingehende Kontrolle der after-delay-Triggerung ist nur mit einem speziellen Signalgemisch (z. B. FBAS-Signal) möglich. Solche Signale sind nicht immer verfügbar und oft auch recht unterschiedlich. Immerhin kann der Einsatz der after-delay-Triggerung mit dem Calibrator-Signal bei abgeschalteter erster Triggerung geprüft werden. Oszilloskop-Einstellung wie oben, aber **TIMEBASE**-Schalter auf **0.1ms/cm**, **Trigger-Selector**-Schalter auf **LF** und **Ext.** setzen. Dabei darf keine Störspannung auf die Buchse **EXT. TRIG.** gelangen. In Stellung **Search** kann z. B. auch das halbe Bild verdunkelt werden, jedoch wird das Signal nicht getriggert; es ,,läuft durch''. In **Delay**-Stellung des **MODE**-Schalters rückt zwar der Strahlanfang nach links, aber wieder ohne Triggerung. Dreht man jetzt den zweiten **LEVEL**-Regler aus der **FR**-Stellung nach rechts, dann muß die after-delay-Triggerung einsetzen. Es wird etwa ein einzelner Wellenzug des Calibrator-Signals dargestellt. Durch Rechtsdrehen des **TIMEBASE**-Schalters auf **0.05µs/cm** kann die — sehr steile — Anstiegs- oder Abfallflanke (+/— Taste im DELAY-Feld) voll sichtbar gemacht werden (**INTENS.**-Regler auf Rechtsanschlag, Schärfe mit **FOCUS**-Regler korrigiert, Betrachtung im nicht zu hellen Raum). Die Dehnung beträgt jetzt 0.1 ms/cm : 0.05µs/cm = 2000. Betätigt man noch die Dehnung x10, kann im dunklen Raum die Signalflanke 20000fach gedehnt werden — ohne störendes Jittern.

Korrektur der Strahllage

Die Strahlröhre hat eine zulässige Winkelabweichung von ±5° zwischen der X-Ablenkplattenebene D1 D2 und der horizontalen Mittellinie des Innenrasters. Zur Korrektur dieser Abweichung und der von der Aufstellung des Gerätes abhängigen erdmagnetischen Einwirkung muß der mit **TR** bezeichnete R-Trimmer auf dem oberen rechten Bedienfeld nachgestellt werden. Im allgemeinen ist der Strahldrehbereich asymmetrisch. Es sollte aber kontrolliert werden, ob sich die Strahllinie mit dem **TR**-Trimmer etwas schräg ***nach beiden Seiten*** um die Rastermittellinie einstellen läßt. Beim HM705 mit geschlossenem Gehäuse genügt ein Drehwinkel von ±0,57° (1mm Höhenunterschied auf 10cm Strahllänge) zur Erdfeldkompensation.

Sonstiges

Die Prüfung der Dunkeltastung an der mit **Z** bezeichneten Z-Modulationsbuchse auf der Geräterückseite erfordert einen niederohmigen Generator (max. 50Ω, max. 5Vss). Ein Rechteckgenerator mit ***negativen*** Impulsen gegen Masse ist nicht verwendbar, wohl aber ein Sinusgenerator. Hilfsweise kann eine klein einstellbare (fremde) Netztrafo-Sinusspannung verwendet werden. **TIMEBASE**-Einstellung dann z. B. **10ms/cm**. Mit dem **VAR.**-Regler können die Lücken in der Zeitlinie einigermaßen zum Stillstand gebracht werden. Besser ist Netztriggerung (z. B. über den Eingang von Kanal **II**, **Trigger-Selector**-Schalter auf **AC** und **II**). Das Längenverhältnis von hell- zu dunkelgetasteten Linien ist bei Sinusspannung von der Amplitude abhängig. Grob kann die Funktion der Z-Modulation dadurch kontrolliert werden, daß die **Z**-Buchse kurzgeschlossen wird. Dann verdunkelt sich die Zeitlinie in voller Länge.

Eine Kontrolle der ***Netztriggerung (50-60Hz)*** in Stellung **Line** ist mit einer netzfrequenten Eingangsspannung (auch harmonisch oder sub-harmonisch) möglich. Um zu kontrollieren, ob die Netztriggerung bei sehr kleiner oder großer Signalspannung nicht aussetzt, sollte die Eingangsspannung bei ca. 1V liegen. Durch Drehen des betreffenden Eingangteilerschalters (mit Feinregler) läßt sich die dargestellte Signalhöhe dann beliebig variieren.

Steht ein Regeltrafo zur Verfügung, sollte unbedingt auch das Verhalten bei Netzspannungsänderungen überprüft werden. Zwischen 200V und 240V dürfen sich weder in Y- noch in X-Richtung auf dem Bildschirm irgendwelche Änderungen zeigen.

HAMEG

West Germany **G.m.b.H.**
Kelsterbacher Str. 15-19 — 6 FRANKFURT/M. 71
Tel. (0611) 676017-19 — Telex 0413866

HAMEG

France **S.A.R.L.**
5-9, avenue de la République — 94800 VILLEJUIF
Tél. (1) 678.09.98 — Télex 270705

HAMEG

España **IBERICA S.A.**
Villarroel 172-174 — BARCELONA-36
Tel. 230.15.97

HAMEG

United Kingdom **LTD**
74-78 Collingdon Street — LUTON, LU1 1RX
Tel. (0582) 413.174 — Telex 825.484

HAMEG

U.S.A. **INC.**
88-90 Harbor Road — PORT WASHINGTON
N. Y. 11050
Tel. 516.883.3837 — TWX 510.223.0889